

---

# Immissionsökologischer Bericht

2000 – 2001

---

Bayerisches Landesamt  
für Umweltschutz



**Augsburg, 2003 – ISBN 3-936385-32-7**

Herausgeber: Bayerisches Landesamt für Umweltschutz  
Bürgermeister-Ulrich-Straße 160, 86179 Augsburg  
Tel.: (0821) 90 71 - 0  
Fax: (0821) 90 71 - 55 56  
E-Mail: [poststelle@lfu.bayern.de](mailto:poststelle@lfu.bayern.de)  
Internet: <http://www.bayern.de/lfu>

Leitung: Dr. Ludwig Peichl

Redaktion: Dr. Jutta Köhler  
Joachim Nittka

Bearbeiter: Dr. Jutta Köhler  
Joachim Nittka  
Heiner Binniker  
Michael Raasch  
Dieter Piechaczek

Zitiervorschlag:

Bayer. Landesamt für Umweltschutz, Immissionsökologischer Bericht 2000-2001, Augsburg, 2003

Das Bayerische Landesamt für Umweltschutz (LfU) gehört zum Geschäftsbereich des Bayerischen Staatsministeriums für Landesentwicklung und Umweltfragen (StMLU).

© Bayerisches Landesamt für Umweltschutz, Augsburg, 2003

Gedruckt auf Recyclingpapier

# Inhalt

<b>1</b>	<b>Zusammenfassung</b>	<b>5</b>
<b>2</b>	<b>Passives Monitoring in landesweiten Messnetzen</b>	<b>9</b>
2.1	Schwefeluntersuchungen in Fichtennadeln im landesweiten Messnetz	9
2.1.1	Einleitung	9
2.1.2	Ergebnisse	10
2.1.3	Vergleichende Ergebnisbetrachtung	12
2.2	Metalluntersuchungen im epiphytischen Moos <i>Hypnum cupressiforme</i>	13
2.2.1	Einleitung	13
2.2.2	Methoden	14
2.2.3	Ergebnisse	17
2.2.4	Vergleichende Ergebnisbetrachtung	40
<b>3</b>	<b>Aktives Monitoring an Dauerbeobachtungsstationen</b>	<b>45</b>
3.1	Metalluntersuchungen mit dem Welschen Weidelgras	45
3.1.1	Einleitung	45
3.1.2	Methoden	45
3.1.3	Bewertungsgrundlagen	49
3.1.4	Ergebnisse	50
3.1.5	Vergleichende Ergebnisbetrachtung	86
3.2	Polychlorierte Dibenzo-p-dioxine und Dibenzofurane (PCDD/F) in Weidelgras und Grünkohl	106
3.2.1	Einleitung	106
3.2.2	Methoden	106
3.2.3	Ergebnisse	107
3.3	Polychlorierte Biphenyle (PCB) in Weidelgras und Grünkohl	120
3.3.1	Einleitung	120
3.3.2	Methoden	120
3.3.3	Ergebnisse	120
3.4	Polyzyklische aromatische Kohlenwasserstoffe (PAK) in Weidelgras und Grünkohl	127
3.4.1	Einleitung	127
3.4.2	Methoden	127
3.4.3	Ergebnisse	127
3.5	Ozonschäden an Tabak und Brennnessel	139
3.5.1	Einleitung	139
3.5.2	Methoden	139
3.5.3	Ergebnisse	140

<b>4</b>	<b>Niederschlagsuntersuchungen</b>	<b>159</b>
4.1	Deposition von Nährstoffen in Regensammlern	159
4.1.1	Einleitung	159
4.1.2	Methoden	162
4.1.3	Ergebnisse	164
4.2	Metalleinträge in Bergerhoff-Sammlern	179
4.2.1	Einleitung	179
4.2.2	Methoden	179
4.2.3	Bewertungsgrundlagen	181
4.2.4	Ergebnisse	182
4.2.5	Vergleichende Ergebnisbetrachtung	213
4.2.6	Aktuelles Anwendungsbeispiel	215
	<b>Anhang</b>	<b>217</b>
	<b>Literatur</b>	<b>276</b>

# 1 Zusammenfassung

Erstes Ziel unserer immissionsökologischen Untersuchungen in Bayern ist die Beantwortung der Frage, ob ein Einfluss bestimmter Luftschadstoffe auf ein Ökosystem vorliegt. Dabei müssen diese Schadstoffe nicht immer gleich zum Absterben oder Verschwinden von Organismen führen, sondern können mit diesen in Beziehung treten, ohne eine nachteilige Wirkung zu zeigen. Stellvertretend für die Vielzahl von Pflanzenarten setzen wir Bioindikatoren ein, vor allem um längerfristige Umweltbeobachtungen anzustellen. Mit unserer Auswahl wollen wir die Anreicherung und die Wirkung von Stoffen beobachten. Darüber hinaus wird mit unterschiedlichen Sammlertypen der Eintrag von Stoffen aus der Luft in Ökosysteme erfasst. Dabei spielt sich ein Teil unserer Untersuchungen "im Hintergrund" ab, d.h. an ausgewählten Standorten in nicht unmittelbar belasteten Regionen (z. B. an Dauerbeobachtungsstationen). Sie können deshalb als Basis für die Beurteilung von Belastungssituationen herangezogen werden. Ein anderer Teil unserer immissionsökologischen Untersuchungen findet in landesweiten Messnetzen statt (Fichte, Moos).

Die Auswertung der **SCHWEFELGEHALTE** der **STANDORTFICHTEN** war lange Jahre geprägt von der immer wiederkehrende Aussage einer abnehmenden Immissionsbelastung durch Schwefeldioxid (**siehe Abbildung 2.1.3-1**). Die Beprobung im Jahr 1997 markiert jedoch einen Wendepunkt in einer seit 1991 gleichförmig verlaufenden Phase. Es wird eine nicht unbeträchtliche Zunahme in den unteren und mittleren Konzentrationsbereichen der Schwefelgehalte nachgewiesen, die nicht in den Schwefeldioxidergebnissen des LÜB (Lufthygienisches Landesüberwachungssystem Bayern) zu beobachten ist. Die Aufklärung anderer Ursache-Wirkungsbeziehungen, wie z. B. veränderte Schwefel-Freisetzungsprozesse im Boden oder klimatische Einflüsse auf die Aufnahmeraten der Bäume, ist anhand unserer Messnetzdaten nicht möglich. Eingehende statistische Untersuchungen lassen bisher keine signifikanten Zusammenhänge mit verkehrs- oder anlagenbedingten Emissionen erkennen.

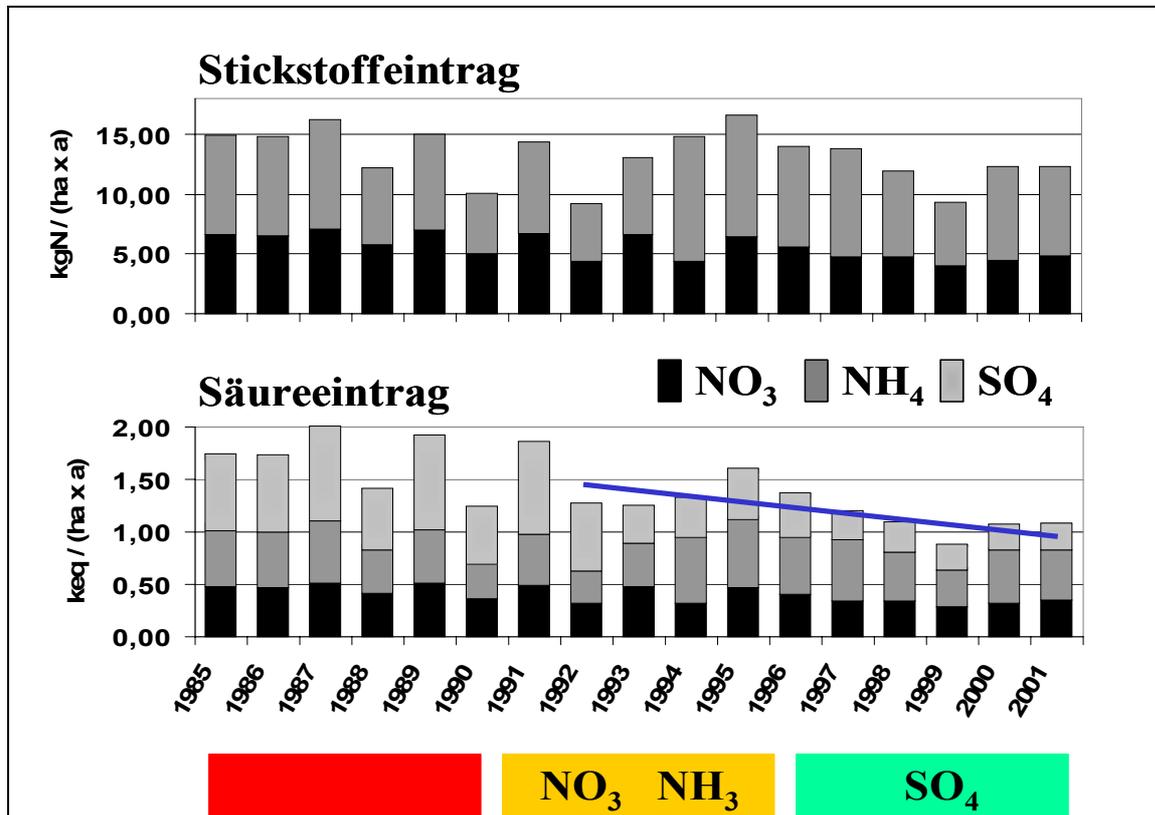
Die Ergebnisse des **MOOS-MESSNETZES** geben Auskunft über die flächenhafte Verteilung der **METALLANREICHERUNG** in der Biosphäre in Bayern. Der allgemeine, weiträumige Trend zur Abnahme der Metallgehalte lässt sich an einzelnen Elementen wie Blei, Arsen, Nickel und Vanadium besonders eindrucksvoll belegen. Die positive Entwicklung dieser Elemente, die zum Teil aus der Verbrennung fossiler Energieträger stammen (As, Ni, V), zeigt auch die erfolgreiche Umsetzung ordnungsrechtlicher Maßnahmen zur Emissionsminderung. Andererseits ist Antimon und Zink verstärkt Beachtung zu schenken: der Median der Antimongehalte nimmt seit 1997 kontinuierlich zu, Mittelwert und Median der Zinkgehalte verzeichnen 2001 eine Zunahme auf ein zuletzt 1986 gemessenes Niveau. Beide Elemente können der Quellengruppe „Kfz-Verkehr“ zugeordnet werden.

**METALLANREICHERUNGEN** in kleinen und großen **STANDARDISIERTEN GRASKULTUREN** sind an den Dauerbeobachtungsstationen in Bayern in geringerem Maße aufgetreten als in den Vorjahren. Davon ausgenommen ist die städtische Hintergrundstation München, die eine anhaltend hohe Belastung mit den Elementen Kupfer, Kobalt, Nickel und Antimon aufweist, die vorwiegend auf den Kfz-Verkehr zurückzuführen sein dürfte. An der Station Eining (Großraum Ingolstadt) ist der Einfluss von Emissionen aus fossilen Brennstoffen zu beobachten: Arsen und Vanadiumgehalte sind seit langem hervorgehoben.

Die Immissionswirkungen (Anreicherungen) der **ORGANISCHEN SCHADSTOFFE**, wie Polychlorierte Dibenz-p-dioxine und Dibenzofurane (PCDD/F), Polychlorierte Biphenyle (PCB) und Polzyklische Aromatische Kohlenwasserstoffe (PAK) bleiben im ländlichen Hintergrund während der Be-

obachtungsjahre 1999 bis 2001 auf einem gleichmäßig niedrigen Level. An der städtischen Hintergrundstation München sind jedoch die PCB- und PAK-Gehalte der exponierten **WEIDELGRAS- UND GRÜNKOHLPFLANZEN** erkennbar höher als an den ländlichen Stationen. Dies ist auf den höheren Schadstoffausstoß durch vermehrten Hausbrand und stärkeren Kfz-Verkehr bei den PAK oder einfach auf die größere räumliche Dichte möglicher Quellen bei PCB zurückzuführen. Dort, wo Schadstoffquellen nicht diffus sondern unmittelbar einwirken, wird der direkte Zusammenhang zwischen Belastung (Emissionen aus den Raffinerien) und Wirkung (Anreicherung in Weidelgras und Grünkohl) sichtbar, wie die höheren PAK-Ergebnisse an der ländlichen Dauerbeobachtungsstation Eining bei Ingolstadt offenbaren.

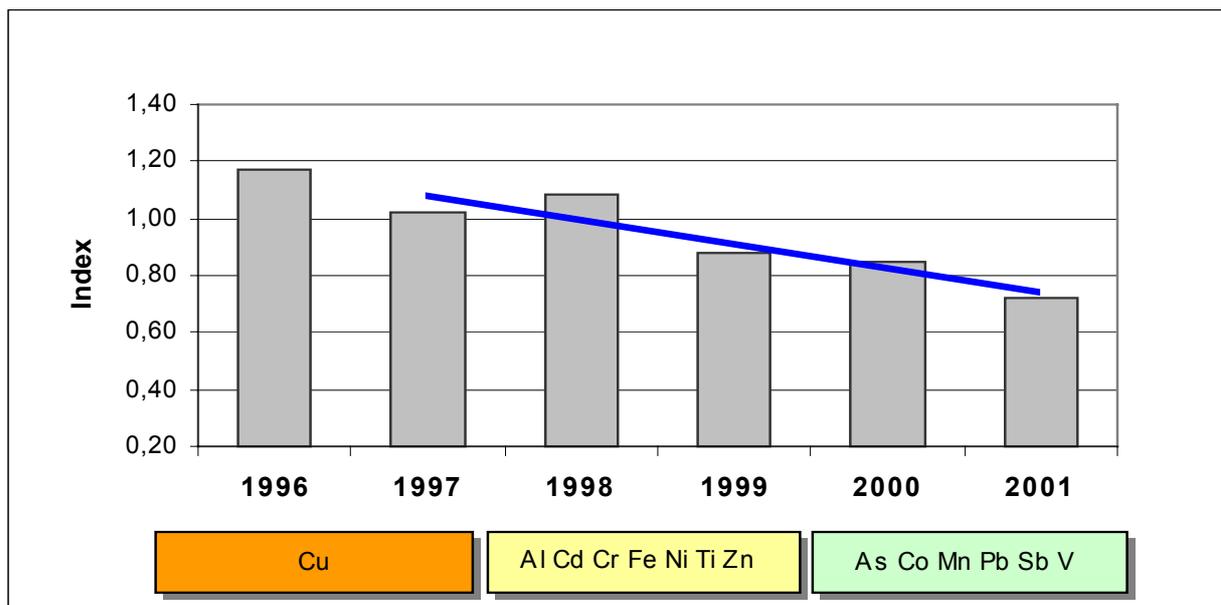
Neben den Ergebnissen der herkömmlichen **REGENWASSERUNTERSUCHUNGEN**, die aus einem Netz von 20 Messstellen die Einträge verschiedener Nährstoffe aus der wasserlöslichen Deposition über einen neunmonatigen Zeitraum von April bis November darstellen, wird die Berechnung der Säure- und Stickstoffeinträge als Indikator für die **VERSAUERUNG UND EUTROPHIERUNG** in naturnahen waldfreien Ökosystemen vorgenommen. Diese Kennzahlen sollen auch in ein bundesweit abgestimmtes Indikatorensystem eingebunden werden. Hierzu müssen aber unterschiedliche Untersuchungsmethoden in den Bundesländer berücksichtigt und für die Zukunft möglichst harmonisiert werden.



Die Bewertung der **INDIKATOREN** orientiert sich am 10-Jahres-Trend der Einträge. Demnach zeigt der Säureeintrag einen Trend nach unten, während der Stickstoffeintrag ein ständiges Auf und Ab widerspiegelt (**siehe Abbildung**). Der Rückgang beim Säureeintrag ist auf die Abnahme der Sulfatgehalte des Regenwassers in diesem Zeitraum zurückzuführen (Parameter im roten Feld ansteigend, im gelben Feld indifferent, im grünen Feld abnehmend). Beide Teilindikatoren zeigen an, dass die Ziele des „Critical-Loads-Konzeptes“ bisher nicht erreicht werden konnten (siehe Kap. 4.1.1, Seite 161.)

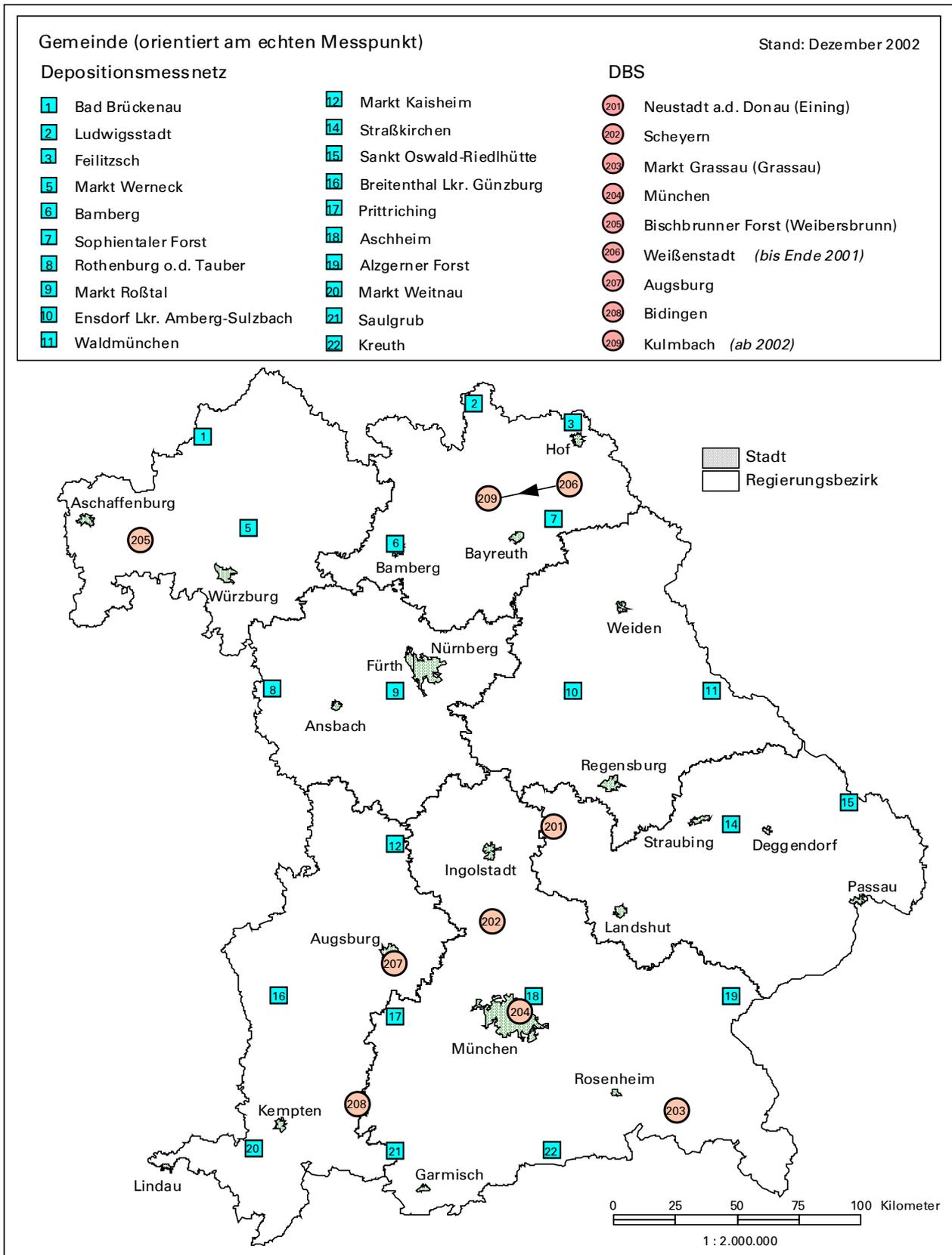
Zum ersten Mal werden die Auswertungen der **METALLEINTRÄGE NACH DEM BERGERHOFF-VERFAHREN** vorgestellt. Die Untersuchungsergebnisse zeigen im Allgemeinen einen abnehmenden Trend der mittleren Jahreseinträge an den Hintergrundstationen. Wie bei den Immissionswirkungen an Weidelgraskulturen können beim Bergerhoff bei bestimmten Stoffen regionale Besonderheiten festgestellt werden. So sind die ländlichen Stationen Weißenstadt und Scheyern seit langem durch höhere Einträge an Titan bzw. Mangan geprägt, während die städtischen Standorte München und Augsburg durch die Konzentration von Industrie, Gewerbe, Verkehr und Hausbrand bei einer Vielzahl der untersuchten Metalle durch ein höheres Belastungsniveau charakterisiert sind.

Als wichtiger Aspekt einer vorsorgenden Umweltbeobachtung wurden die Bergerhoff-Untersuchungen als Indikator für den Eintrag persistenter Stoffe ausgewählt.



Die Trendanalyse der letzten fünf Jahre zeigt die signifikante Abnahme eines Gesamtindex, errechnet aus den Einträgen von Arsen und 13 Metallen bei unterschiedlicher Tendenz der einzelnen Metallindizes (Parameter im roten Feld ansteigen, im gelben Feld indifferent, im grünen Feld abnehmend).

Werden die **BLATTSCHÄDEN AN TABAKPFLANZEN**, die durch die Wirkung von **OZON** ausgelöst werden, für die Sommersmog-Hochzeiten von Mitte Juni bis August ausgewertet, ergibt sich bayernweit ein homogenes Bild an den ländlichen Dauerbeobachtungsstationen. Auch die Abnahme der Schadwirkungen um ca. 50 Prozent von 1997 bis 1999 wird an allen Standorten mit der gleichen Tendenz vollzogen (**Abb. 3.5.3-21**). Wie schon im LfU-Tätigkeitsbericht 2000 ausführlich dargestellt, kann kein Zusammenhang zu den physikalisch gemessenen Ozonkonzentrationen an ausgewählten LÜB-Stationen festgestellt werden. Das heißt, die Abnahme der Blattschäden seit dem Jahr 1997 und die anschließende stabile Phase der Sommermittelwerte können allein anhand der gemessenen Ozongehalten der Luft nicht begründet werden. Auch hier müssen, vergleichbar mit den Fragen bei den Standortfichten, andere Einflussgrößen, die die Ausprägung der Ozonwirkung mitbestimmen können, z.B. klimatischer Natur (Temperatur, Luftfeuchte etc.), in Betracht gezogen werden.



Karte 1-1: Standorte des Depositionsmessnetzes und der Dauerbeobachtung in Bayern

Die Karte veranschaulicht die Lage der Depositions-Messstandorte und der Dauerbeobachtungsstationen (DBS) in Bayern. Der Betrieb der DBS Kulmbach wurde ab 2002 aufgenommen, gleichzeitig endete damit die Beprobung aller Messprogramme an der Station Weißensstadt.

## 2 Passives Monitoring in landesweiten Messnetzen

### 2.1 Schwefeluntersuchungen in Fichtennadeln im landesweiten Messnetz

Nach Jahren kontinuierlich abnehmender Schwefelgehalte in Fichtennadeln, wird seit 1999 eine gegenläufige Entwicklung beobachtet. Die Beprobung 1997 dokumentierte in allen Konzentrationsklassen den bislang niedrigsten Schwefelgehalt. Die gegenwärtige Zunahme ist weniger einer höheren Belastung im hohen Konzentrationsbereich über 1600 mg/kg Schwefel zuzuschreiben (phytotoxisch relevante Stufe ab 2000 mg/kg Schwefel), sie vollzieht sich viel mehr im niedrigen (bis 1200 mg/kg Schwefel) und im mittleren Belastungslevel bis ca. 1400 mg/kg Schwefel. Diese Entwicklung erstaunt, da landesweite, emittentenbezogene Luftmessungen des LfU (LÜB-Stationen) keine signifikante Zunahme der atmosphärischen Schwefelkonzentration erkennen lassen, im Gegenteil, hier ist eine weitere wenn auch geringe Abnahme festzustellen [BAYLFU, 2002]. Eingehende statistische Untersuchungen lassen bisher keine signifikanten Zusammenhänge mit verkehrs- oder anlagenbedingten Emissionen erkennen.

#### 2.1.1 Einleitung

Das Bayerische Landesamt für Umweltschutz unterhält seit 1977 ein bayernweites, flächendeckendes Messnetz von Standortfichten zur Bestimmung von Schwefelgehalten in Fichtennadeln. In den Jahren 1977-1989 wurde jährlich und seither im Abstand von zwei Jahren gemessen. Das aktuelle Messnetz umfasst 191 Standorte, die in einem gleichmäßigen Raster von 16 km x 32 km angeordnet und in Gebieten vormals höherer Immissionsbelastung auf 16 km x 16 km verdichtet sind. Jeweils im Herbst, nach der Vegetationsperiode, wird der Schwefelgehalt von Nadeln des jüngsten Jahrganges ermittelt.

Die daraus gewonnene Datensammlung ist in ihrer zeitlichen und räumlichen Ausdehnung weltweit wohl einzigartig. Sie ist hervorragend geeignet, die Entwicklung der Schwefelbelastung der Fichte in den letzten zwei Jahrzehnten und ihre Abhängigkeit von äußeren Einflussfaktoren zu untersuchen [ELLING UND PFAFFELMOSER, 1997].



Bild 2.1.1-1 Probenaufbereitung: getrocknete Fichtennadeln

## 2.1.2 Ergebnisse

In **Karte 2.1.2-1 (FARBKARTE)** ist die geografische Verteilung der Schwefelgehalte der Fichten zu sehen. Jeder beprobte Fichtenstandort ist durch ein Farbquadrat dargestellt. In Anbetracht der systemimmanenten Streuung von Biomonitoring-Daten wurden die Werte in Konzentrationsbereiche zusammengefasst und in sechs Klassen eingeteilt (siehe Legende).

Die Karte für 2001 beschreibt eine Schwefel - Belastung der Fichten, wie sie seit langem nicht mehr festgestellt wurde. Es werden an keinem der 194 Standorte Werte unter 800 mg/kg mehr gemessen, nur 10 von 194 Fichten enthalten 800 bis 1000 mg/kg Schwefel; 161 Proben weisen Werte zwischen 1000 und 1400 mg/kg auf; der Höchstwert beträgt 1997 mg/kg. Im Rückblick auf die Ergebnisse des Jahres 1999, ist eine anhaltende Zunahme der mittleren S-Gehalte zu beobachten, gleiches gilt für den Median. Die maximale Immissionsbelastung der Standortfichte trat zum wiederholten mal südlich von Ingolstadt auf: 1995 lag der Schwefelgehalt bei 2130 mg/kg, 1997 bei 1927 mg/kg im Jahr 1999 bei 1791 mg/kg, 2000 bei 1814 mg/kg und schließlich 2001 bei 1997 mg/kg.

Die Einteilung der Klassen richtet sich nach physiologischen Gesichtspunkten: die Wirkung von über 2000 mg/kg Schwefel in Nadeln ist als phytotoxische Anreicherung anzusehen [BAYERISCHES LANDESAMT FÜR UMWELTSCHUTZ, 1991], während man unterhalb 800 mg/kg im Bereich einer Mangelerkrankung durch Schwefel liegt; der natürliche nicht immissionsbedingte Schwefelgehalt der Fichtennadeln erreicht ca. 1200 mg/kg. In Gebieten mit grün, hellgrün und grüngelber Markierung sind also keine Immissionswirkungen durch Schwefel nachzuweisen, aber auch nicht auszuschließen, da die natürlichen Standortbedingungen, wie z.B. der Schwefelgehalt des Bodens, nicht erfasst werden. Auch Schwefelgehalte über 1000 mg/kg könnten durchaus immissionsbedingt sein, wenn die natürlichen Standortbedingungen zu niedrigeren Schwefelgehalten führen würden (siehe Standortfichten mit Schwefelgehalten unter 800 mg/kg).

Die Belegung von unterster bis oberster Klasse ähnelte 2001 wie bereits in früheren Jahren einer leicht schiefen Normalverteilung mit steilerem Anstieg in der untersten Klasse und langsamem Ausgleiten bei den Spitzenwerten (**Abb. 2.1.2-1**). Auffallend ist jedoch, dass die erste Klasse (bis 800 mg/kg) nicht besetzt ist; d.h. momentan fällt keine der Standortfichten in den angenommenen Mangelbereich hinein.

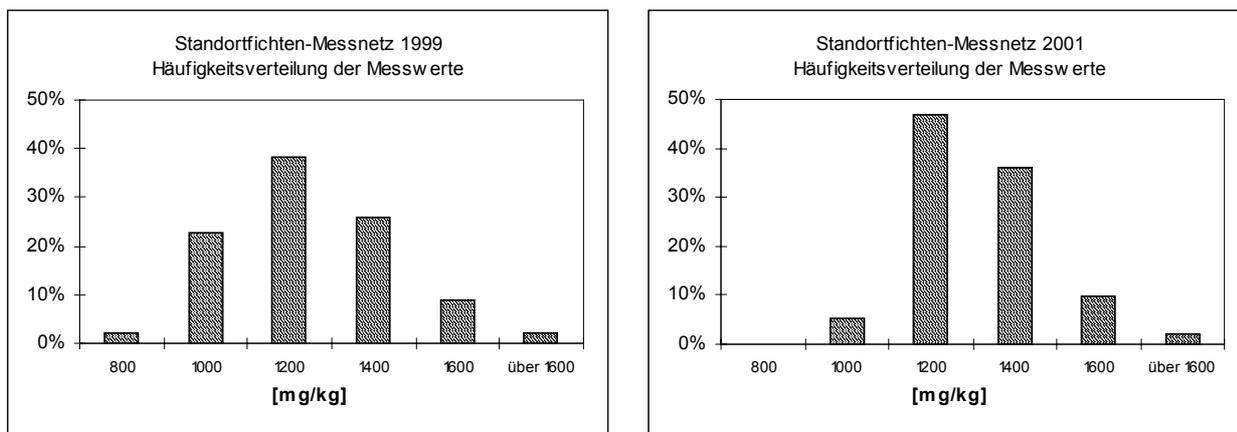
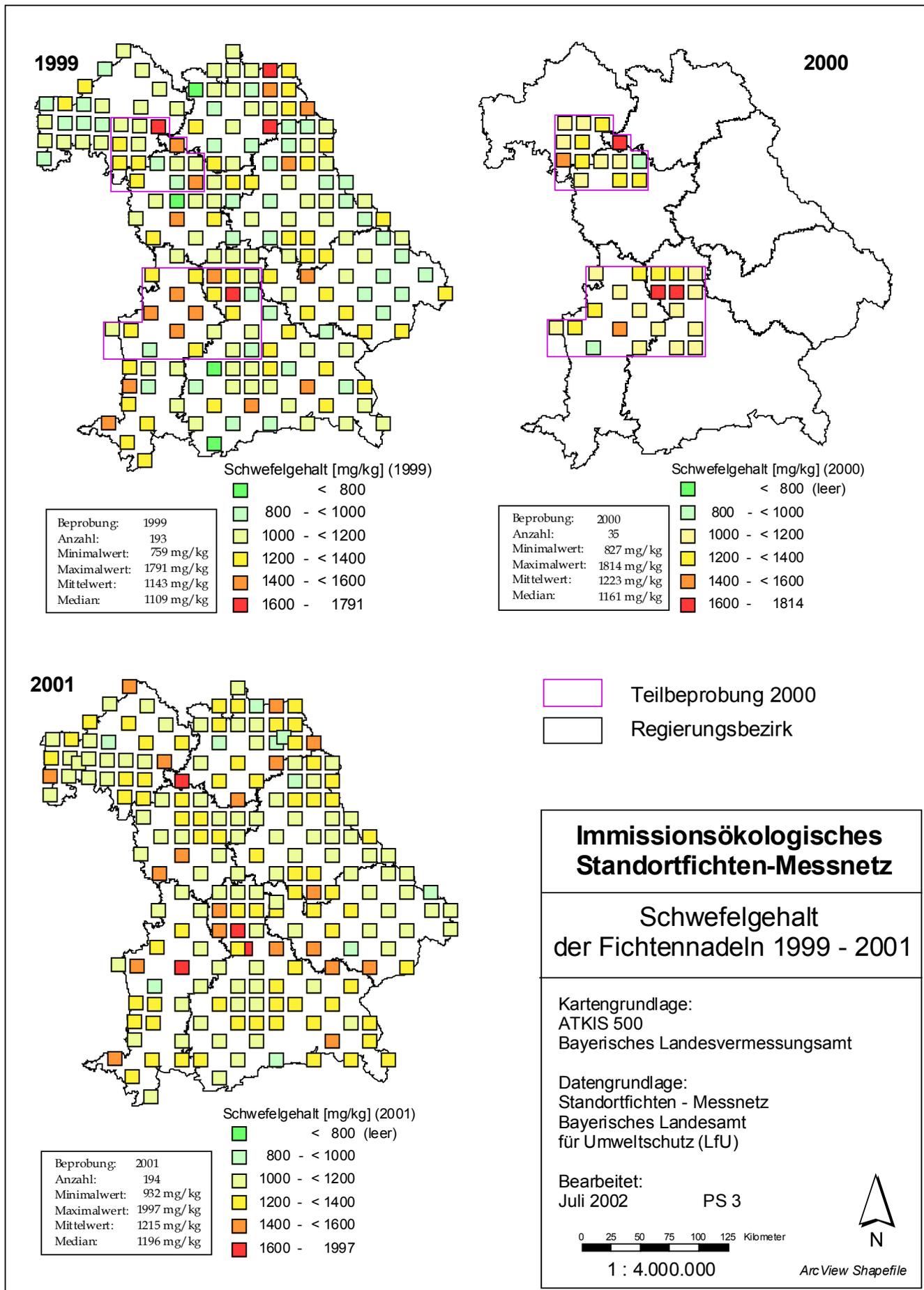


Abb. 2.1.2-1: Häufigkeitsverteilung der Messwerte 1999 und 2001

Karte 2.1.2-1: Beprobungen im Standortfichten-Messnetz 1999 und 2001, Teilbeprobung 2000



### 2.1.3 Vergleichende Ergebnisbetrachtung

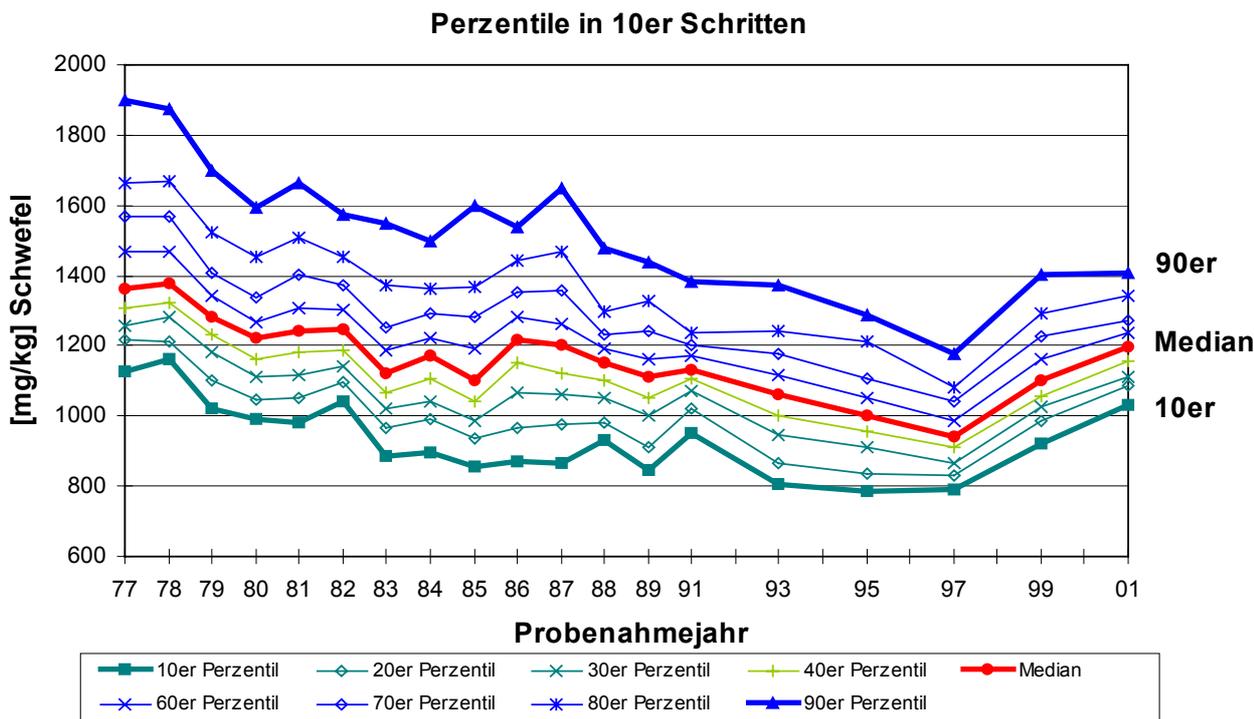


Abb. 2.1.3-1 Perzentile im Zeitverlauf

Besonders deutlich wird die zunehmende Tendenz der Fichtennadelbelastung auf der Perzentilkurve (**Abb. 2.1.3-1**), die den Zeitverlauf seit Beginn der Messungen 1977 veranschaulicht. In die Berechnung der Perzentile gehen nur die Daten der 191 Standorte aus dem aktuellen Messnetz ein (ohne DBS). Der aktuelle Wert des Medians (1196 mg/kg) wurde zuletzt 1987 erreicht; das 10-er Perzentil von knapp 1000 mg/kg zuletzt 1982! Die Beprobung 1997 markiert einen Wendepunkt in den S-Gehalten der Fichtennadeln. Die Werte der Beprobung 2001 erscheinen im Bezug zu sämtlichen Perzentilstufen im Vergleich zu 1997 um durchschnittlich 200 mg/kg erhöht.

Mögliche Ursachen der scheinbaren Trendumkehr seit 1997, werden z.Z. bei der GSF<sup>1</sup> mit Hilfe umfangreicher statistischer Tests näher untersucht. Beim augenblicklichen Stand der Arbeit lassen sich keine signifikanten Zusammenhänge mit verkehrs- oder anlagebedingten Emissionen erkennen.

<sup>1</sup> GSF Forschungszentrum für Umwelt und Gesundheit, Neuherberg

## 2.2 Metalluntersuchungen im epiphytischen Moos *Hypnum cupressiforme*

Das flächendeckende Moosmonitoring der Jahre 1999 und 2001 lässt erkennen, dass der Trend zur Abnahme der Metallgehalte bei den meisten Parametern weiterhin anhält. Es signalisiert jedoch für die zwei Elemente Antimon und Zink eine gegenläufige Entwicklung. Bei **Antimon** steigt der Median seit 1997 kontinuierlich an, d.h. das Element gewinnt an Flächenrepräsentanz. Dies erscheint umso erstaunlicher, als Antimon bisher eng an hohe Verkehrsdichten innerhalb von städtischen Agglomerationen gekoppelt war. Für **Zink** lässt sich ab 2001 eine deutliche Verschiebung zu höheren Gehalten feststellen. Für beide Elemente wird als Quellenhintergrund der Kfz-Verkehr vermutet.

### 2.2.1 Einleitung

Passives Biomonitoring mit Moosen findet in Bayern seit 1981 statt. Mit dieser anerkannten Methode können die zeitliche Entwicklung und die räumliche Verteilung der Einwirkung von atmosphärischer Schwermetall-Deposition bestimmt werden [BAYSTMLU, 1993]. Hier sei auf den wichtigen Unterschied zur Bestimmung der Deposition (Messmethoden: bulk, Bergerhoff u.a.) hingewiesen: nicht der **Eintrag** sondern die **Anreicherung** der Schwermetalle steht beim Moosmonitoring im Vordergrund der Betrachtung! Dabei weisen Moose als sog. Akkumulationsindikatoren gegenüber Höheren Pflanzen folgende Vorteile auf:

- das Fehlen einer Wachsschicht → Stoffe können über die Blattoberfläche eindringen
- langsames Wachstum → höhere Anreicherung der Stoffe.

In Bayern wird das epiphytisch an Laubbäumen wachsende Moos der Art *Hypnum cupressiforme* gesammelt. Diese Art ist weit verbreitet und gut zu bestimmen. Die Probenahme erfolgt im Abstand von zwei Jahren jeweils gegen Ende der Vegetationsperiode im Herbst an 298 Messpunkten, die an ein 16 x 16 km-Raster angelehnt sind.



Bild 2.2.1-1: Epiphytisches Moos *Hypnum cupressiforme*

## 2.2.2 Methoden

### Beprobungen seit Beginn des Moos-Messnetzes

von 1981-1993	jährlich (keine Beprobung 1989)	= 12 Beprobungen
seit 1993	2-jährig	= 5 Beprobungen

#### Probenahme:

Das bayernweite Messraster umfasst aktuell 298 Standorte. 1999 wurden im Rahmen eines befristeten Forschungsvorhabens, wie bereits 1993, 1995 und 1997 weitere 32 Messpunkte im angrenzenden Bereich der Tschechischen Republik beprobt. (**Karte 2.2.2-1**) Die Proben werden von mehreren markierten Bäumen pro Standort, an zwei Expositionsseiten am Stamm in einer Höhe von mindestens 1 m über Boden entnommen. Um etwaige Störfaktoren am Messpunkt oder Kontaminationen der Moospolster rückverfolgen zu können, werden im Probenahmeprotokoll *geomorphologische Gegebenheiten, der Lebensraumtypus, die Art der Bodenbedeckung, die Standortnutzung, die Entfernung zu potenziellen Störquellen* und die *Entnahmehöhe* notiert.

#### Probenvorbereitung und Analytik:

Von dem entnommenen Moos-Material werden die grünen Triebe (entsprechend dem 2-Jahreszuwachs) gezupft, als Mischprobe von mehreren Bäumen pro Standort verpackt und bis zur Analyse in gefrorenem Zustand gelagert. Die Proben werden mit HNO<sub>3</sub> in der Mikrowelle aufgeschlossen, und mit der hochauflösenden ICP-MS auf folgende Elemente hin analysiert (die Bestimmung von Quecksilber erfolgte nach DIN EN 1483):

### Untersuchte Elemente, Schwermetalle

	Standard	Erstmals bestimmt
<b>1999</b>	C, S, N, Al, As, Cd, Cr, Cu, Fe, Hg, Mg, Mn, Ni, Pb, Sb, Ti, V, Zn	
<b>2001</b>	Al, As, Cd, Cr, Cu, Fe, Hg, Mn, Ni, Pb, Sb, Ti, V, Zn	Be, Ce, Co, Cs, Ga, La, Mo, Rb, Se, Sr, Th, Tl, Y

Die Auswahl der erstmals bestimmten Elemente erfolgte im Hinblick auf mögliche Veränderungen der Immissionssituation (zunehmende Verwendung seltener Elemente in der Halbleiterindustrie, bzw. deren thermische Verwertung) und in Anlehnung zum Moosmonitoring des UBA [SIEWERS, UND HERPIN, 2000].

### Anzahl der Moos-Proben 1999 und 2001

	bayernweites Messnetz	Erweiterung in Tschechien
<b>1999</b>	296	32, Projekt abgeschlossen
<b>2001</b>	298	

Bei der Moos Beprobung 1999 konnte an zwei Messpunkten die geforderte Entnahmehöhe von 1 m nicht eingehalten werden. Die betreffenden Proben wurden trotzdem analysiert und in den Ergebniskarten markiert dargestellt. Bei der Beprobung 2001 wurden an den betreffenden Mess-

punkten Ersatzbäume ausgewählt. Zwei Proben des Jahres 1999 lieferten unerklärlich hohe Metallgehalte über das gesamte Parameterspektrum, sie wurden nicht ausgewertet - die Standorte sind in den Karten markiert. Die entsprechenden **Symbole** sind dem **Legendeneintrag** „Plausibilitätsprüfung“ der **Karte 2.2.3-7** zu entnehmen.

### **Fortschreibung des Datenbestandes**

Vom Moos-Monitoring 1995 an liegen für 298 bayerische und 32 tschechische Standorte umfangreiche Informationen vor:

- Gauß-Krüger-Koordinaten des Rasterpunktes (einschl. Entfernung zum Sollpunkt)  
Probenahmedatum
- Beschreibung der Entnahmestelle nach geomorphologischen Kriterien  
(Geländeausbildung, Hangneigung)
- Standortbeschreibungen:  
(Baumart und -umfang in 1 m Höhe, Lebensraum, Anzahl der beprobten Bäume, Entnahmehöhe, Bodenbedeckung, Exposition der Probe am Baum)
- Standortnutzung
- Entfernung zu potentiellen Einflussquellen
- Probenbeschreibung  
(Moosart, Bewuchsdichte, Ausprägung, Vorkommen, Probenzustand)

Diese Informationen werden sukzessive in die Immissionsökologische Datenbank des LfU überführt, um für weitere Auswertungen zur Verfügung zu stehen.

Für das Beprobungsjahr 2001 liegen diese Zusatzinformationen bereits in EDV-Form vor.

### **Probenaufbereitung und Analyse 1999**

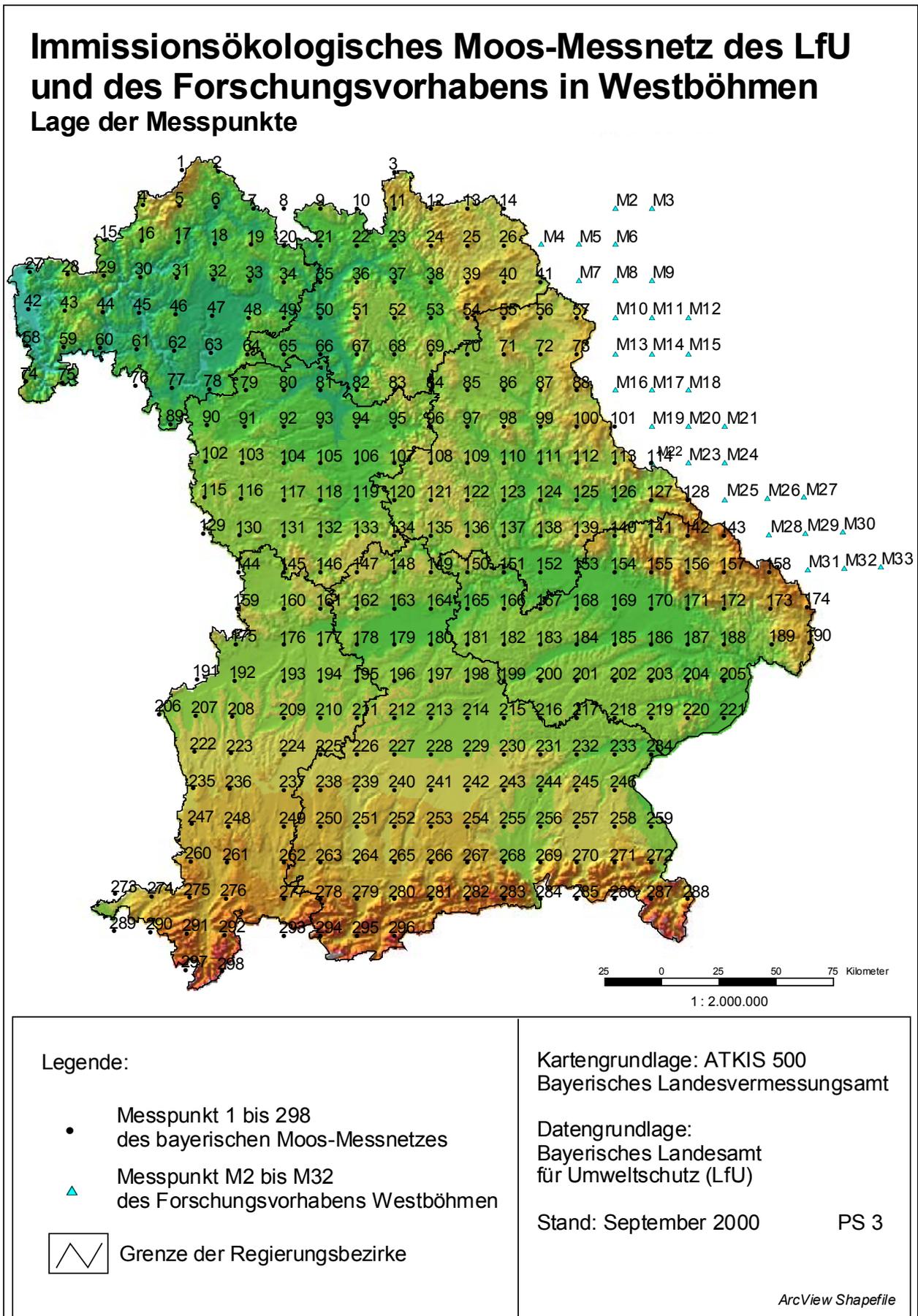
Wie bereits bei vorangegangenen Untersuchungen, wurde die GSF - (Forschungszentrum für Umwelt und Gesundheit / Neuherberg b. München) mit der Aufbereitung und Analyse der Proben beauftragt.

### **Probenaufbereitung und Analyse 2001**

Das LfU übernahm erstmals die Aufbereitung und auch die Analyse der Proben. Die Vorbereitung der Proben erfolgte unter besonderer Sorgfalt, die studentischen Hilfskräfte wurden ausführlich in den Arbeitsmethoden unterwiesen.

Die detaillierten Arbeitsschritte sind in der „Anleitung zur Aufarbeitung der Moosproben“ zusammengefasst. [QUALITÄTSMANAGEMENT-HANDBUCH DES BAYERISCHEN LFU – ENTWURF]

Karte 2.2.2-1 Das Moosmessnetz des LfU



### 2.2.3 Ergebnisse

#### **Kartographische Darstellungen:** Einzel-Element-Gehalte

Die Karten 2.2.3-1 bis -11 veranschaulichen die geographische Verteilung der Schwermetallgehalte im Zeitraum 1999 und 2001. Die Messwerte werden in 6 Klassen als farbig schattierte Punkte dargestellt. Die Karten der Beprobung 1999 sind mit früheren Veröffentlichungen aus dem LfU Moosmonitoring direkt vergleichbar. Aufgrund rückläufiger Metall-Anreicherungen im Moos bei der Beprobung 2001 stellte sich die Frage nach einer neuen Klassifizierung der Elementgehalte. Dies erscheint notwendig, da:

- Regionale Unterschiede der Metallgehalte auch bei dem veränderten Anreicherungsniveau erkennbar sein sollten

Frühere Klasseneinteilungen orientierten sich ausschließlich am Median, dieser lag in der 1. oder 2. Klasse, die übrigen Klassen wurden äquidistant gebildet.

Für die meisten Elemente wurde nun auch, die Klasseneinteilung näher am tatsächlichen Wertekollektiv orientiert (Kriterien: Häufigkeitsverteilung, durch „Sprünge“ induzierte, natürliche Klassengrenzen in der Wertematrix, Steigungswinkel u.ä.).

Klassengrenzen, die 2001 gegenüber 1999 verändert wurden, sind in den Karten durch einen grau schattierten Kasten hervorgehoben.

Der Minimal-, Maximal- und Mittelwert sowie der Median aller *bayerischen Messpunkte* sowie der *tschechischen Messpunkte* der Beprobung 1999 sind den Karten als Tabelle beigelegt.

**Karten 2.2.3-1** (1999) und **2.2.3-2** (2001): jeweils Arsen - Titan - Nickel - Vanadium

**Karten 2.2.3-3** (1999) und **2.2.3-4** (2001): jeweils Chrom - Blei - Kupfer - Antimon

**Karten 2.2.3-5** (1999) und **2.2.3-6** (2001): jeweils Cadmium - Quecksilber - Eisen - Zink

**Karten 2.2.3-7** (1999): Aluminium - Mangan

**Karten 2.2.3-8** (2001): Aluminium - Mangan - (Gallium) - Thallium

**Karten 2.2.3-9** (2001): Rubidium - Cäsium - Beryllium - Strontium

**Karten 2.2.3-10** (2001): Thorium - Cer - Yttrium - Lanthan

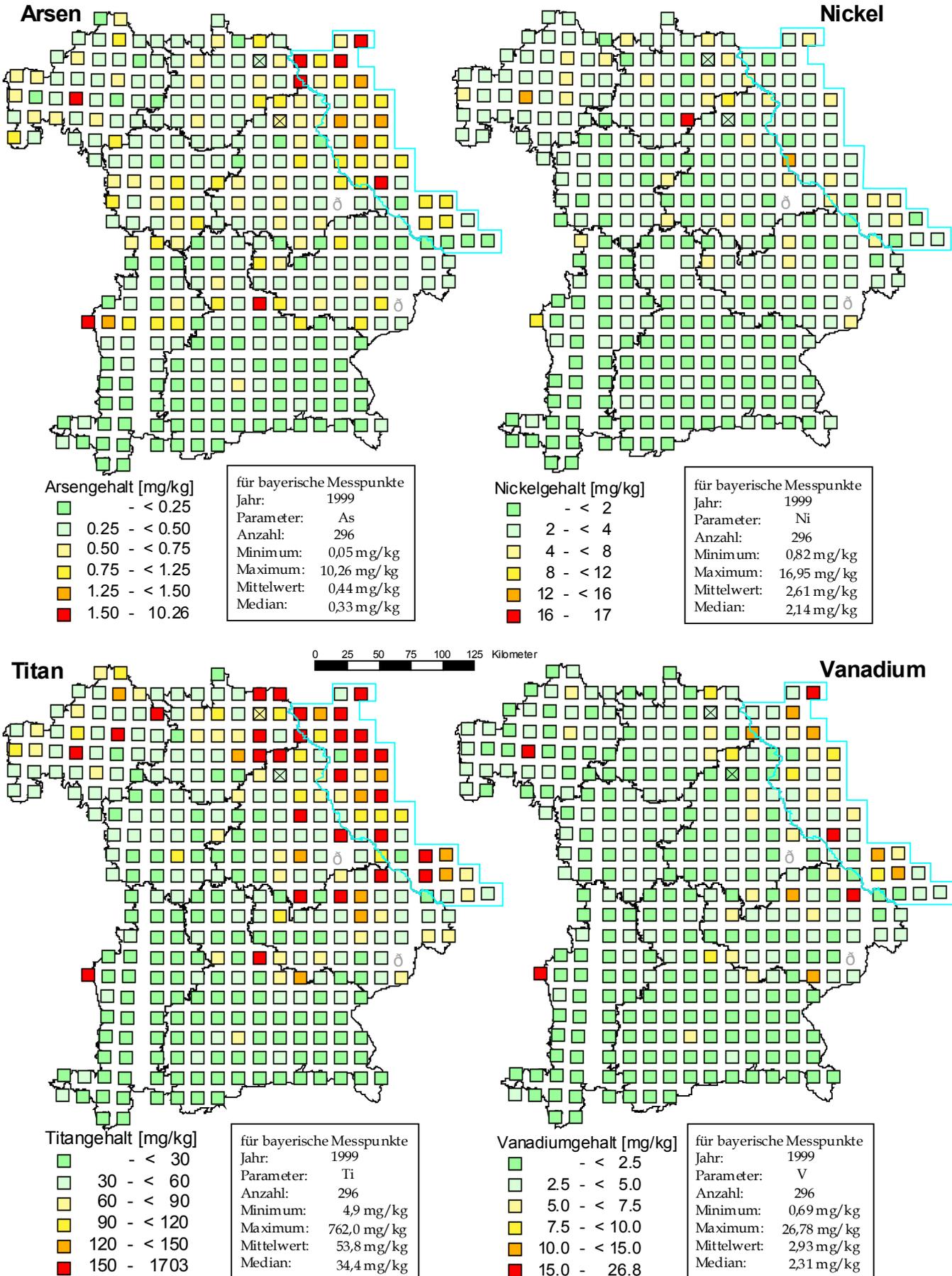
**Karten 2.2.3-11** (2001): Kobalt - Molybdän - Selen

Die Karten geben keine Belastungswerte im strengen Sinne wieder, sie stellen vielmehr räumlich differenziert Hintergrundwerte dar.

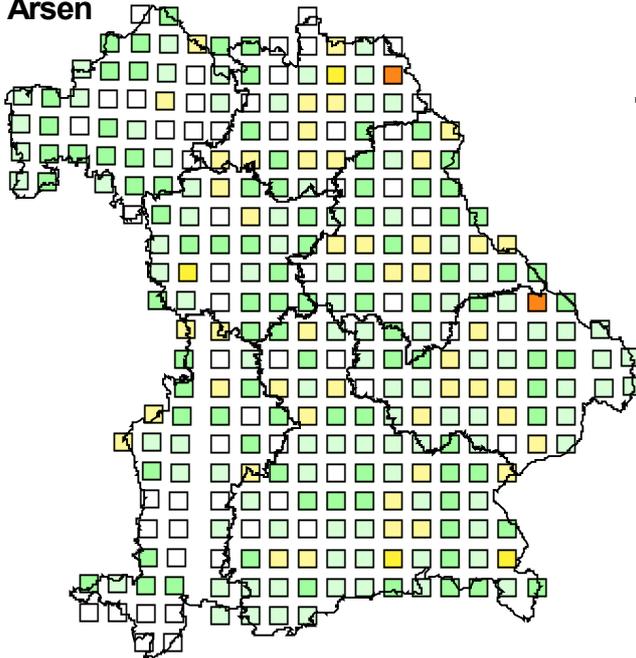
Karte 2.2.3-1 Arsen - Nickel - Titan - Vanadium 1999

## Immissionsökologisches Moos-Messnetz 1999

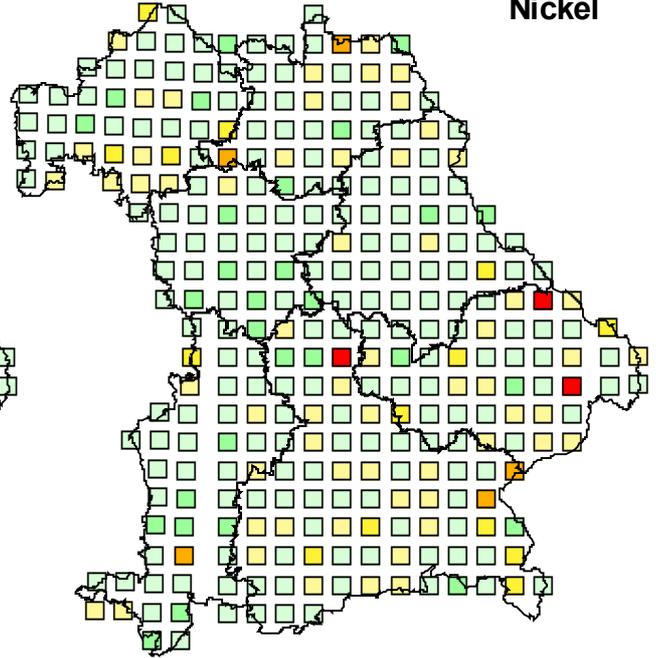
Schwermetallreicherung im epiphytischen Moos *Hypnum cupressiforme* - Komponenten fossiler Brennstoffe



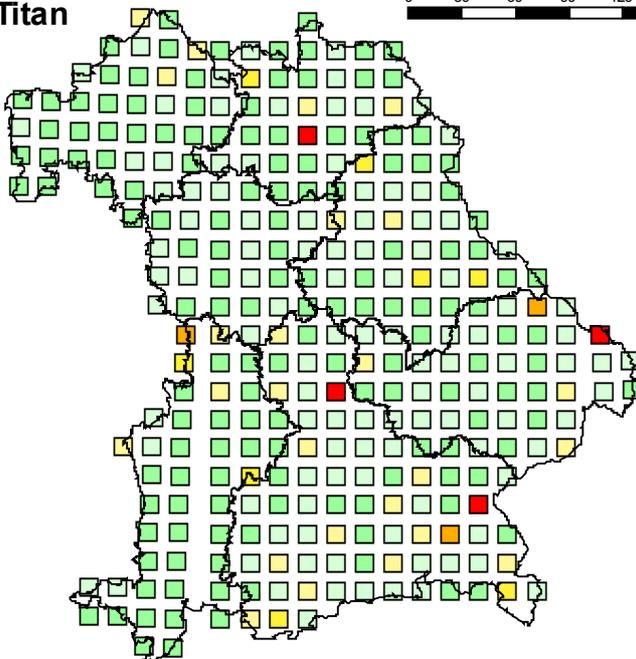
Karte 2.2.3-2 Arsen - Nickel - Titan - Vanadium 2001

**Immissionsökologisches Moos-Messnetz 2001**Schwermetallreicherung im epiphytischen Moos *Hypnum cupressiforme* - Komponenten fossiler Brennstoffe**Arsen**

Arsengehalt in [mg/kg]	für bayerische Messpunkte
□ unterhalb NWG	Jahr: 2001
□ - < 0.15	Parameter: As
□ 0.15 - < 0.20	Anzahl: 242
□ 0.20 - < 0.30	Minimum: 0,10 mg/kg
□ 0.30 - < 0.40	Maximum: 0,44 mg/kg
□ 0.40 - 0.44	Mittelwert: 0,17 mg/kg
	Median: 0,15 mg/kg

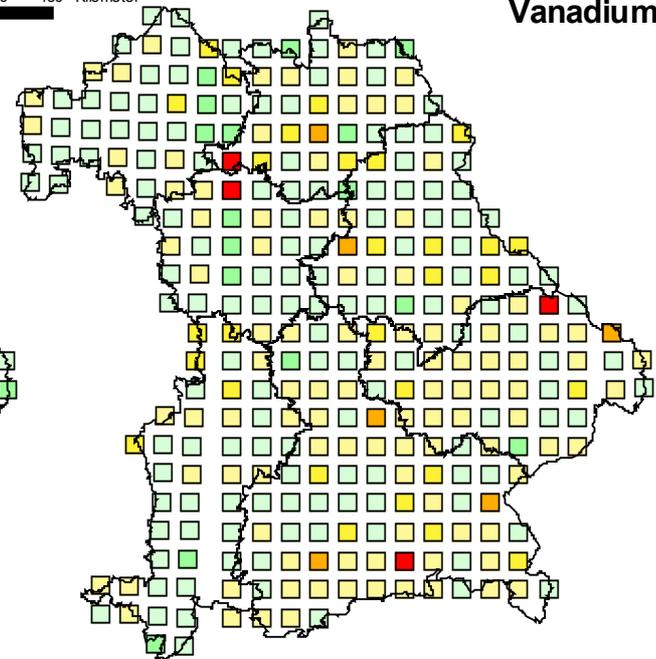
**Nickel**

Nickelgehalt in [mg/kg]	für bayerische Messpunkte
□ - < 0.50	Jahr: 2001
□ 0.50 - < 1.50	Parameter: Ni
□ 1.50 - < 2.50	Anzahl: 298
□ 2.50 - < 3.50	Minimum: 0,10 mg/kg
□ 3.50 - < 4.50	Maximum: 13,00 mg/kg
□ 4.50 - 13.00	Mittelwert: 1,28 mg/kg
	Median: 1,01 mg/kg

**Titan**

Titangehalt in [mg/kg]	für bayerische Messpunkte
□ - < 10	Jahr: 2001
□ 10 - < 20	Parameter: Ti
□ 20 - < 30	Anzahl: 298
□ 30 - < 40	Minimum: 1,6 mg/kg
□ 40 - < 50	Maximum: 113,0 mg/kg
□ 50 - 113	Mittelwert: 12,5 mg/kg
	Median: 9,9 mg/kg

0 30 60 90 120 150 Kilometer

**Vanadium**

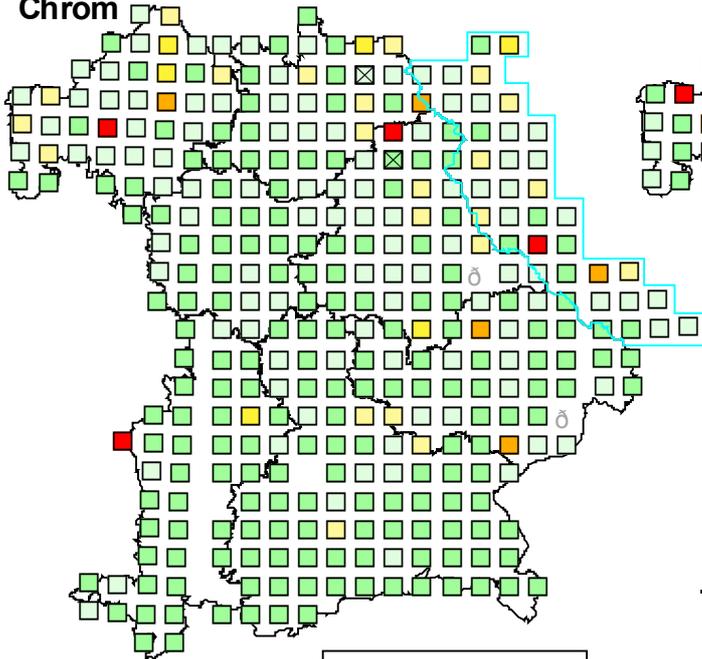
Vanadiumgehalt in [mg/kg]	für bayerische Messpunkte
□ - < 0.5	Jahr: 2001
□ 0.5 - < 1.0	Parameter: V
□ 1.0 - < 1.5	Anzahl: 298
□ 1.5 - < 2.0	Minimum: 0,24 mg/kg
□ 2.0 - < 2.5	Maximum: 3,44 mg/kg
□ 2.5 - 3.44	Mittelwert: 1,06 mg/kg
	Median: 0,98 mg/kg

Karte 2.2.3-3 Chrom - Kupfer - Blei - Antimon 1999

### Immissionsökologisches Moos-Messnetz 1999

Schwermetallreicherung im epiphytischen Moos *Hypnum cupressiforme* - verkehrsbedingte Einzelkomponenten

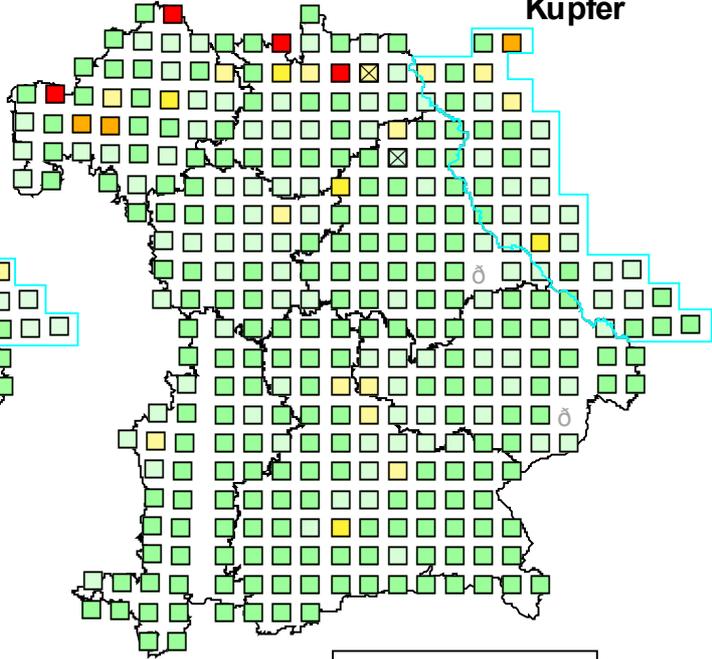
#### Chrom



Chromgehalt [mg/kg]	
■	< 2.0
■	2.0 - < 4.0
■	4.0 - < 6.0
■	6.0 - < 8.0
■	8.0 - < 12.0
■	12.0 - 22.7

für bayerische Messpunkte	
Jahr:	1999
Parameter:	Cr
Anzahl:	296
Minimum:	0,46 mg/kg
Maximum:	22,69 mg/kg
Mittelwert:	2,35 mg/kg
Median:	1,75 mg/kg

#### Kupfer

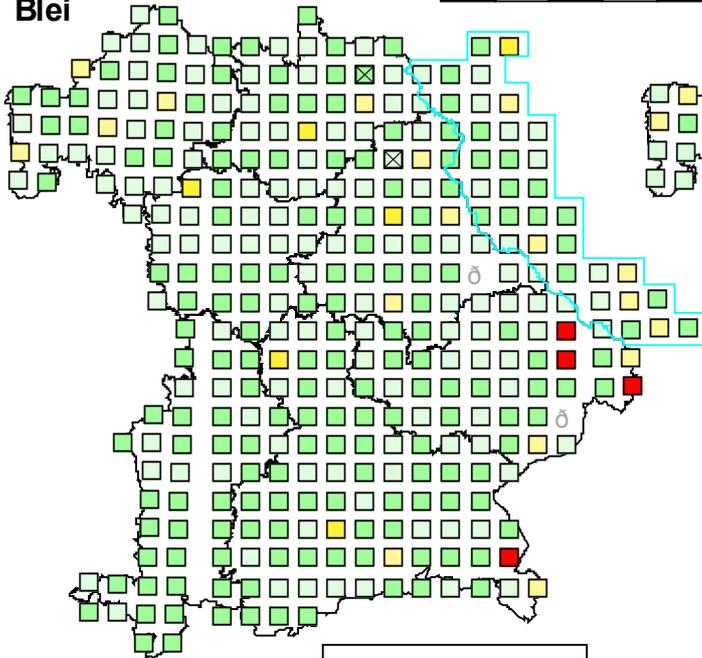


Kupfergehalt [mg/kg]	
■	< 8
■	8 - < 12
■	12 - < 16
■	16 - < 20
■	20 - < 30
■	30 - 193

für bayerische Messpunkte	
Jahr:	1999
Parameter:	Cu
Anzahl:	296
Minimum:	2,66 mg/kg
Maximum:	193,20 mg/kg
Mittelwert:	9,04 mg/kg
Median:	7,13 mg/kg

0 30 60 90 120 150 Kilometer

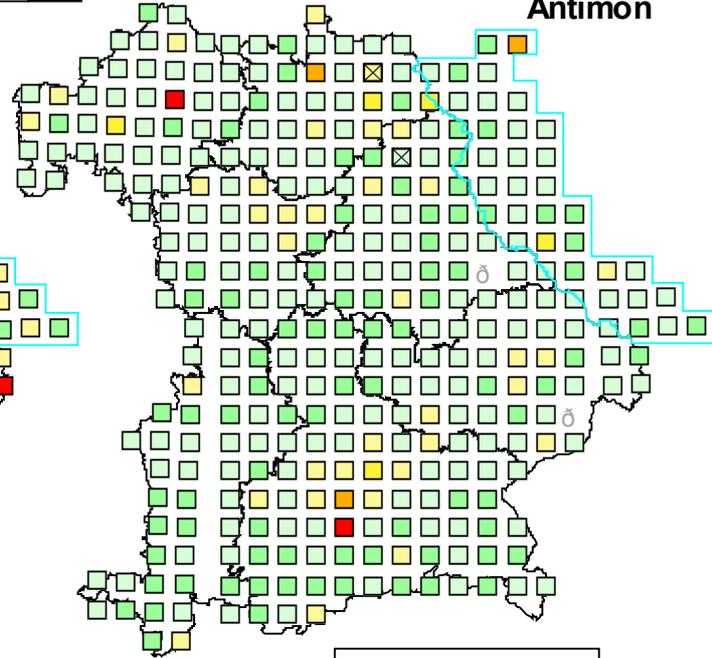
#### Blei



Bleigehalt [mg/kg]	
■	< 10
■	10 - < 20
■	20 - < 30
■	30 - < 40
■	40 - < 50
■	50 - 75

für bayerische Messpunkte	
Jahr:	1999
Parameter:	Pb
Anzahl:	296
Minimum:	1,87 mg/kg
Maximum:	74,83 mg/kg
Mittelwert:	11,54 mg/kg
Median:	9,61 mg/kg

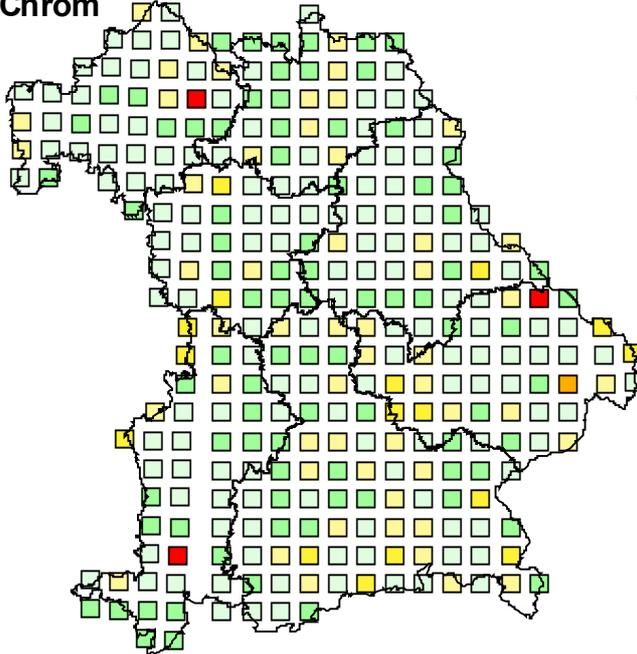
#### Antimon



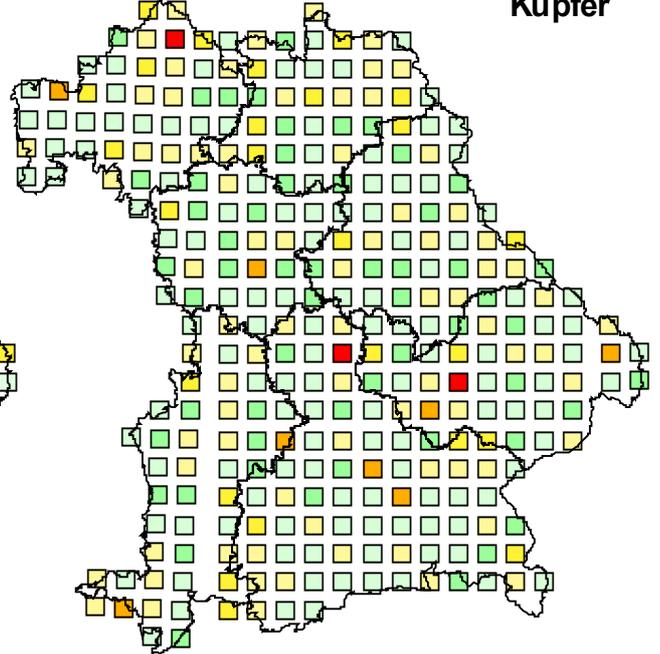
Antimongehalt [mg/kg]	
■	< 0.25
■	0.25 - < 0.50
■	0.50 - < 0.75
■	0.80 - < 1.00
■	1.00 - < 1.50
■	1.50 - 2.18

für bayerische Messpunkte	
Jahr:	1999
Parameter:	Sb
Anzahl:	296
Minimum:	0,07 mg/kg
Maximum:	2,18 mg/kg
Mittelwert:	0,36 mg/kg
Median:	0,31 mg/kg

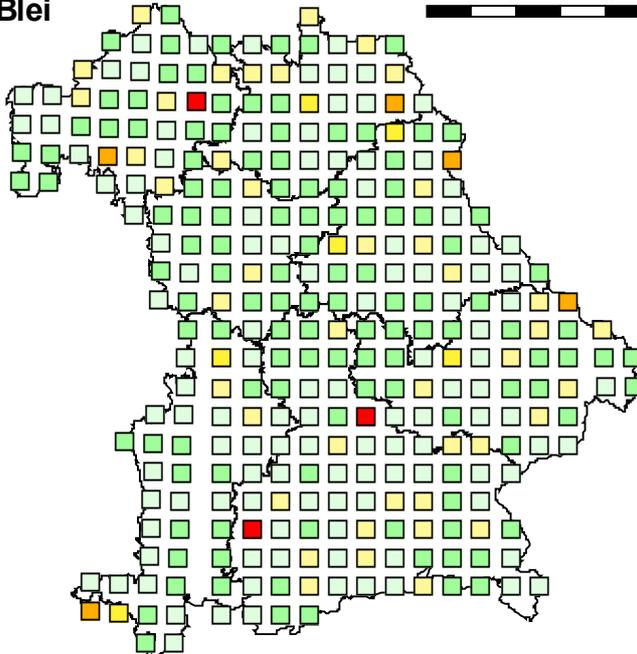
Karte 2.2.3-4 Chrom - Kupfer - Blei - Antimon 2001

**Immissionsökologisches Moos-Messnetz 2001**Schwermetallreicherung im epiphytischen Moos *Hypnum cupressiforme* - verkehrsbedingte Einzelkomponenten**Chrom**

Chromgehalt in [mg/kg]	für bayerische Messpunkte
<span style="color: green;">■</span> - < 1.0	Jahr: 2001
<span style="color: lightgreen;">■</span> 1.0 - < 1.5	Parameter: Cr
<span style="color: yellow;">■</span> 1.5 - < 2.0	Anzahl: 298
<span style="color: orange;">■</span> 2.0 - < 3.0	Minimum: 0,49 mg/kg
<span style="color: red;">■</span> 3.0 - < 6.0	Maximum: 15,60 mg/kg
<span style="color: darkred;">■</span> 6.0 - 15.6	Mittelwert: 1,36 mg/kg
	Median: 1,19 mg/kg

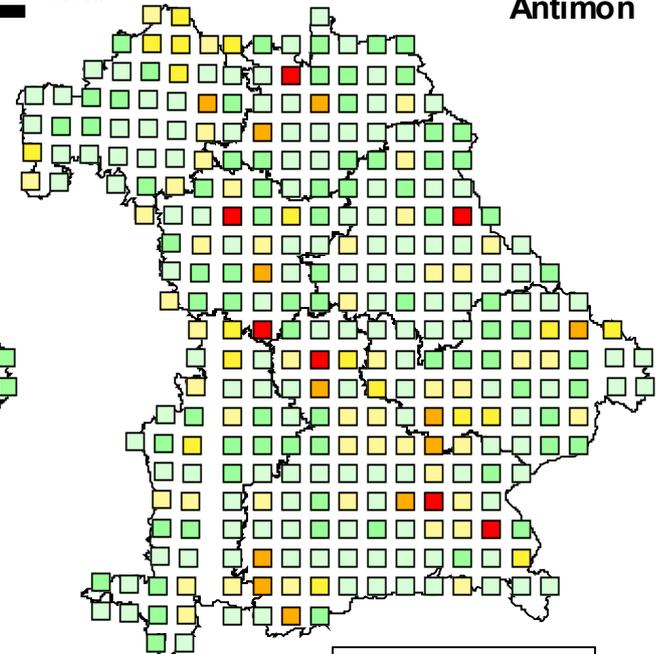
**Kupfer**

Kupfergehalt in [mg/kg]	für bayerische Messpunkte
<span style="color: green;">■</span> - < 6.0	Jahr: 2001
<span style="color: lightgreen;">■</span> 6.0 - < 8.0	Parameter: Cu
<span style="color: yellow;">■</span> 8.0 - < 10.0	Anzahl: 298
<span style="color: orange;">■</span> 10.0 - < 12.0	Minimum: 3,5 mg/kg
<span style="color: red;">■</span> 12.0 - < 14.0	Maximum: 28,5 mg/kg
<span style="color: darkred;">■</span> 14.0 - 28.5	Mittelwert: 7,7 mg/kg
	Median: 7,4 mg/kg

**Blei**

Bleigehalt in [mg/kg]	für bayerische Messpunkte
<span style="color: green;">■</span> - < 4.0	Jahr: 2001
<span style="color: lightgreen;">■</span> 4.0 - < 8.0	Parameter: Pb
<span style="color: yellow;">■</span> 8.0 - < 14.0	Anzahl: 298
<span style="color: orange;">■</span> 14.0 - < 20.0	Minimum: 0,53 mg/kg
<span style="color: red;">■</span> 20.0 - < 26.0	Maximum: 56,00 mg/kg
<span style="color: darkred;">■</span> 26.0 - 56.0	Mittelwert: 5,95 mg/kg
	Median: 4,50 mg/kg

0 25 50 75 100 125 Kilometer

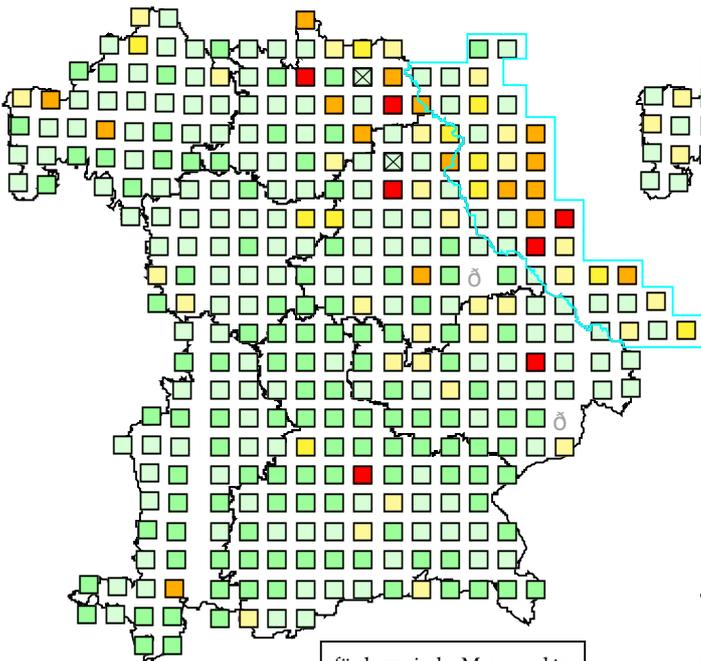
**Antimon**

Antimongehalt in [mg/kg]	für bayerische Messpunkte
<span style="color: green;">■</span> - < 0.25	Jahr: 2001
<span style="color: lightgreen;">■</span> 0.25 - < 0.50	Parameter: Sb
<span style="color: yellow;">■</span> 0.50 - < 0.75	Anzahl: 298
<span style="color: orange;">■</span> 0.75 - < 1.00	Minimum: 0,13 mg/kg
<span style="color: red;">■</span> 1.00 - < 1.50	Maximum: 2,97 mg/kg
<span style="color: darkred;">■</span> 1.50 - 2,97	Mittelwert: 0,46 mg/kg
	Median: 0,34 mg/kg

Karte 2.2.3-5 Cadmium - Eisen - Quecksilber - Zink 1999

# Immissionsökologisches Moos-Messnetz 1999

Schwermetallreicherung im epiphytischen Moos *Hypnum cupressiforme* - weitere Emissionen  
**Cadmium**



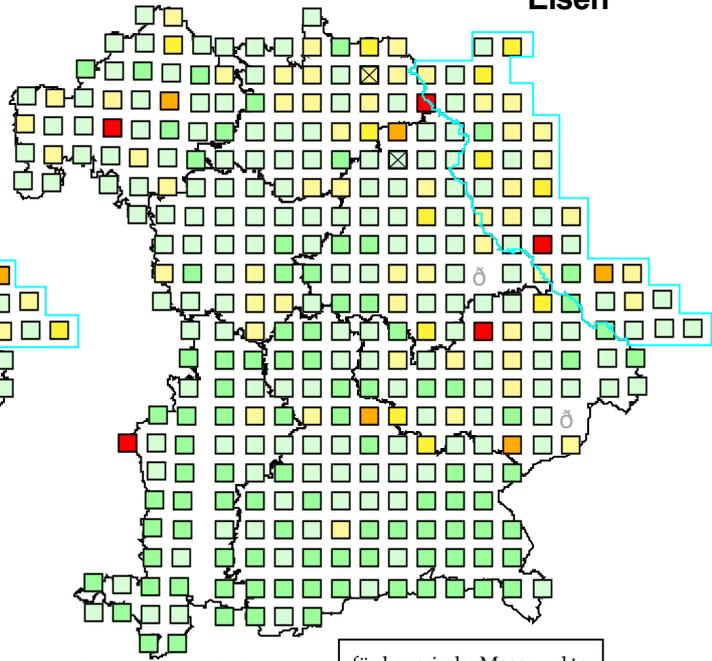
Cadmiumgehalt [mg/kg]

■	< 0.25
■	0.25 - < 0.50
■	0.50 - < 0.75
■	0.75 - < 1.00
■	1.00 - < 1.50
■	1.50 - 5.63

für bayerische Messpunkte

Jahr:	1999
Parameter:	Cd
Anzahl:	296
Minimum:	0,11 mg/kg
Maximum:	5,63 mg/kg
Mittelwert:	0,39 mg/kg
Median:	0,28 mg/kg

## Eisen



Eisengehalt [mg/kg]

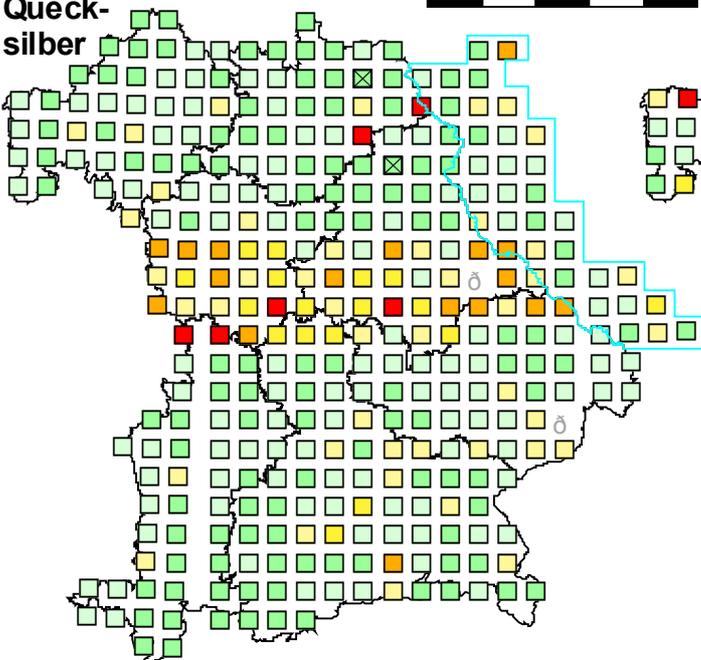
■	< 500
■	500 - < 1000
■	1000 - < 2000
■	2000 - < 3000
■	3000 - < 4000
■	2500 - 9740

für bayerische Messpunkte

Jahr:	1999
Parameter:	Fe
Anzahl:	296
Minimum:	210 mg/kg
Maximum:	9740 mg/kg
Mittelwert:	843 mg/kg
Median:	610 mg/kg

0 30 60 90 120 150 Kilometer

## Quecksilber



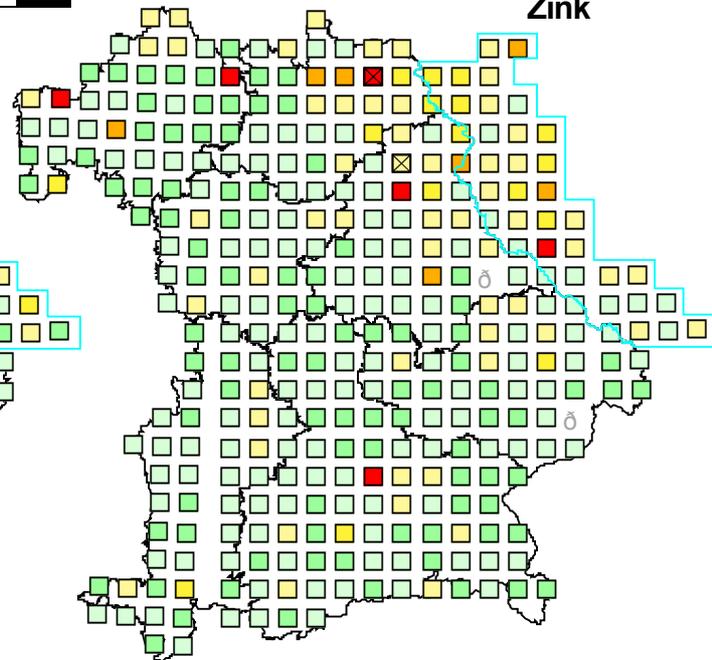
Quecksilbergehalt [mg/kg]

■	< 0.10
■	0.10 - < 0.15
■	0.15 - < 0.20
■	0.20 - < 0.25
■	0.25 - < 0.35
■	0.35 - 1.93

für bayerische Messpunkte

Jahr:	1999
Parameter:	Hg
Anzahl:	296
Minimum:	0,03 mg/kg
Maximum:	1,93 mg/kg
Mittelwert:	0,14 mg/kg
Median:	0,11 mg/kg

## Zink



Zinkgehalt [mg/kg]

■	< 30
■	30 - < 60
■	60 - < 90
■	90 - < 120
■	120 - < 150
■	150 - 595

für bayerische Messpunkte

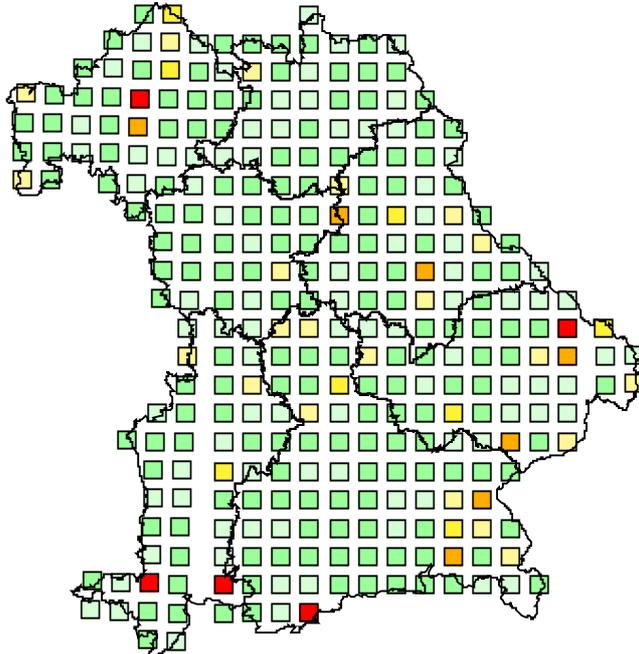
Jahr:	1999
Parameter:	Zn
Anzahl:	296
Minimum:	15 mg/kg
Maximum:	595 mg/kg
Mittelwert:	47 mg/kg
Median:	36 mg/kg

Karte 2.2.3-6 Cadmium - Eisen - Quecksilber - Zink 2001

## Immissionsökologisches Moos-Messnetz 2001

Schwermetallreicherung im epiphytischen Moos *Hypnum cupressiforme* - weitere Emissionen

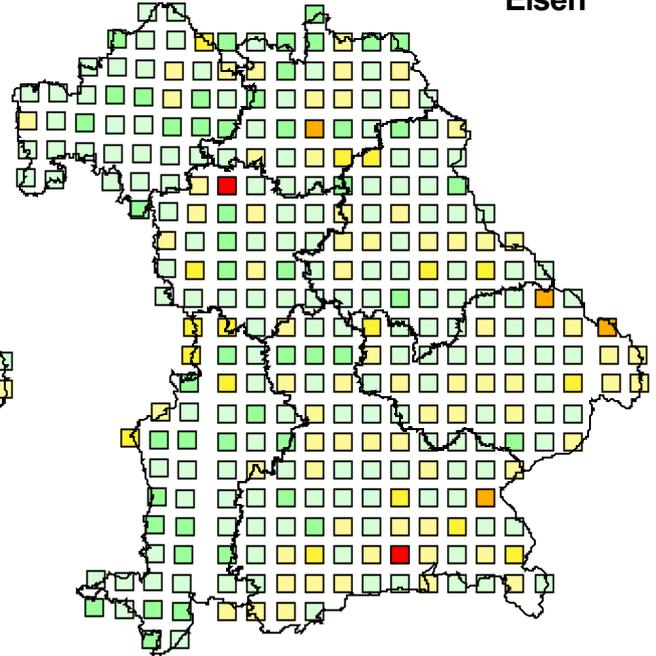
### Cadmium



Cadmiumgehalt in [mg/kg]	
■	< 0.25
■	0.25 - < 0.50
■	0.50 - < 0.75
■	0.75 - < 1.00
■	1.00 - < 1.50
■	1.50 - 7.52

für bayerische Messpunkte	
Jahr:	2001
Parameter:	Cd
Anzahl:	298
Minimum:	0,08 mg/kg
Maximum:	7,55 mg/kg
Mittelwert:	33 mg/kg
Median:	0,23 mg/kg

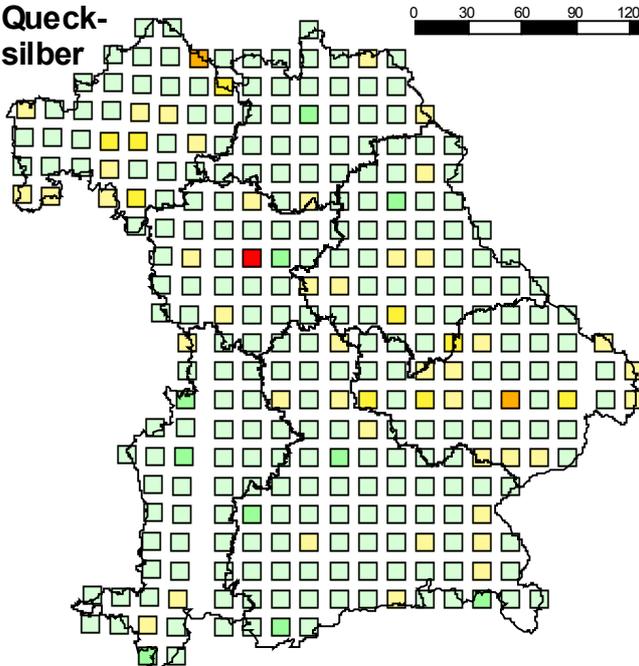
### Eisen



Eisengehalt in [mg/kg]	
■	< 200
■	200 - < 400
■	400 - < 600
■	600 - < 800
■	800 - < 1000
■	1000 - 1020

für bayerische Messpunkte	
Jahr:	2001
Parameter:	Fe
Anzahl:	298
Minimum:	81 mg/kg
Maximum:	1020 mg/kg
Mittelwert:	353 mg/kg
Median:	317 mg/kg

### Quecksilber

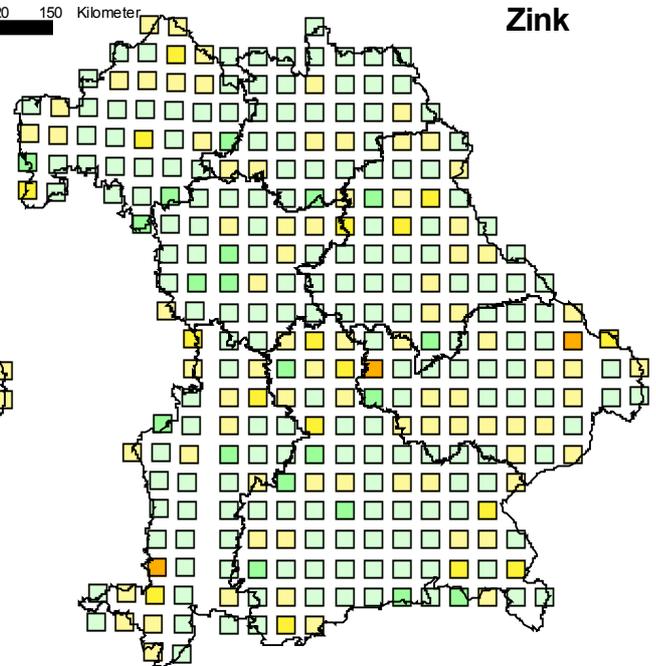


Quecksilbergehalt in [mg/kg]	
■	< 0.04
■	0.04 - < 0.08
■	0.08 - < 0.10
■	0.10 - < 0.12
■	0.12 - < 0.14
■	0.14 - 0.232

für bayerische Messpunkte	
Jahr:	2001
Parameter:	Hg
Anzahl:	298
Minimum:	0,008 mg/kg
Maximum:	0,232 mg/kg
Mittelwert:	0,065 mg/kg
Median:	0,061 mg/kg

0 30 60 90 120 150 Kilometer

### Zink



Zinkgehalt in [mg/kg]	
■	< 30
■	30 - < 60
■	60 - < 90
■	90 - < 120
■	120 - 138
■	leere Klasse

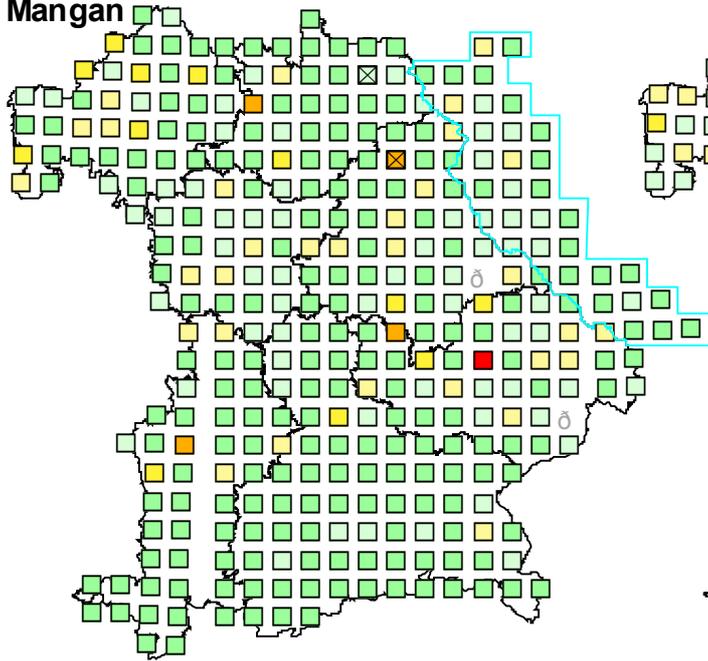
für bayerische Messpunkte	
Jahr:	2001
Parameter:	Zn
Anzahl:	298
Minimum:	20 mg/kg
Maximum:	138 mg/kg
Mittelwert:	55 mg/kg
Median:	52 mg/kg

Karte 2.2.3-7 Mangan - Aluminium 1999

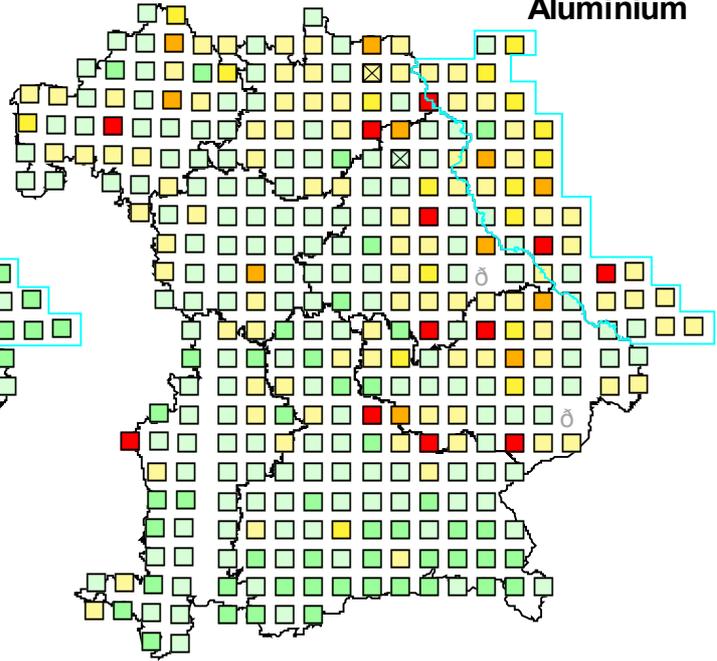
### Inmissionsökologisches Moos-Messnetz 1999

Schwermetallreicherung im epiphytischen Moos *Hypnum cupressiforme* - weitere Emissionen

#### Mangan



#### Aluminium



Manganengehalt [mg/kg]

- - < 200
- 200 - < 400
- 400 - < 600
- 600 - < 800
- 800 - < 1000
- 1000 - 1361

für bayerische Messpunkte  
 Jahr: 1999  
 Parameter: Mn  
 Anzahl: 296  
 Minimum: 15 mg/kg  
 Maximum: 1361 mg/kg  
 Mittelwert: 205 mg/kg  
 Median: 127 mg/kg

Aluminiumgehalt [mg/kg]

- - < 500
- 500 - < 1000
- 1000 - < 2000
- 2000 - < 3000
- 3000 - < 4000
- 4000 - 17340

für bayerische Messpunkte  
 Jahr: 1999  
 Parameter: Al  
 Anzahl: 296  
 Minimum: 210 mg/kg  
 Maximum: 17340 mg/kg  
 Mittelwert: 1204 mg/kg  
 Median: 830 mg/kg

INTERREG II - Teilgebiet

Plausibilitätsprüfung



Untersuchungsgebiet Böhmen



Standort nicht ausgewertet



Probenahme-Höhe < 1m

Kartengrundlage: ATKIS 500,  
 Bayerisches Landesvermessungsamt

Datengrundlage: Moosbeprobung 1999  
 des Bayerischen Landesamtes für Umweltschutz

Stand: März 2001

PS 3

0 25 50 75 100 125 Kilometer

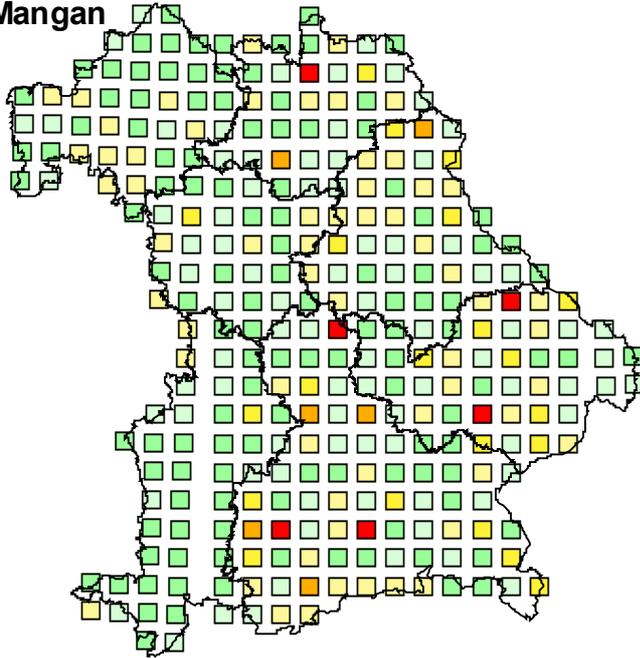


Karte 2.2.3-8 Mangan - Aluminium - Gallium - Thallium 2001

### Immissionsökologisches Moos-Messnetz 2001

Schwermetallreicherung im epiphytischen Moos *Hypnum cupressiforme* - weitere Emissionen

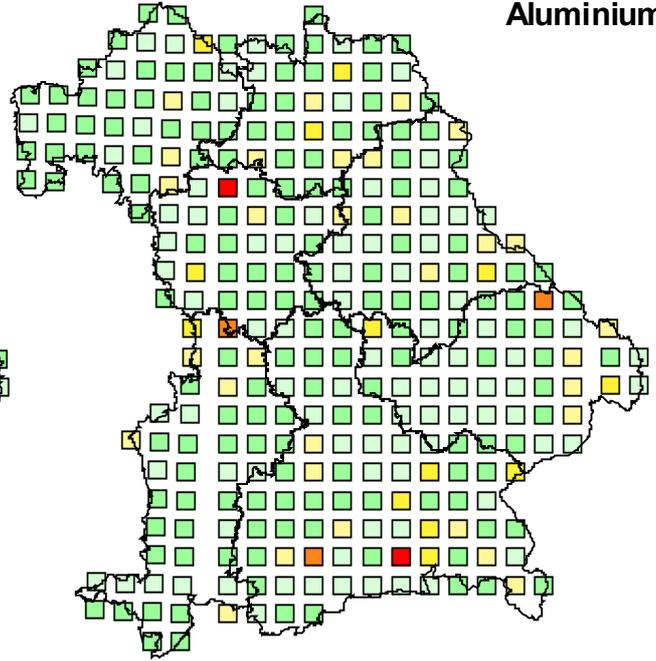
#### Mangan



Mangangehalt in [mg/kg]	
■	- < 50
■	50 - < 150
■	150 - < 350
■	350 - < 550
■	550 - < 750
■	750 - < 1030

für bayerische Messpunkte	
Jahr:	2001
Parameter:	Mn
Anzahl:	298
Minimum:	8 mg/kg
Maximum:	1030 mg/kg
Mittelwert:	147 mg/kg
Median:	77 mg/kg

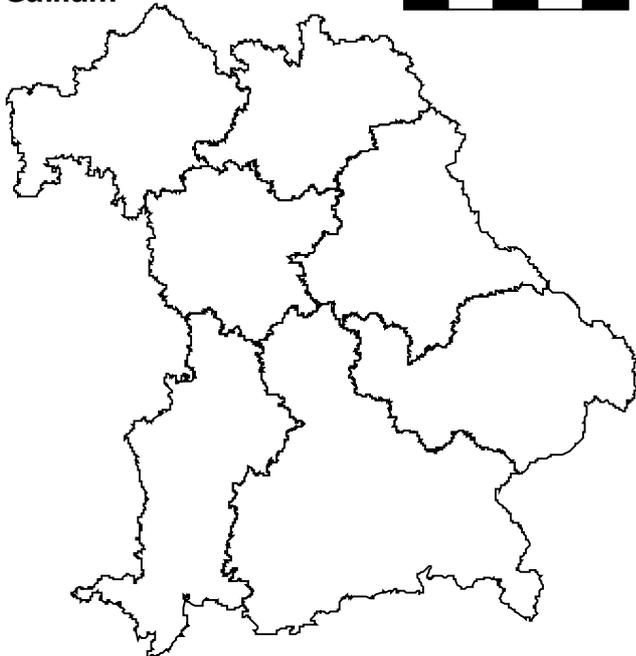
#### Aluminium



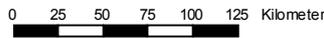
Aluminiumgehalt in [mg/kg]	
■	- < 400
■	400 - < 600
■	600 - < 800
■	800 - < 1000
■	1000 - < 1400
■	1400 - 2090

für bayerische Messpunkte	
Jahr:	2001
Parameter:	Al
Anzahl:	298
Minimum:	103 mg/kg
Maximum:	2090 mg/kg
Mittelwert:	437 mg/kg
Median:	388 mg/kg

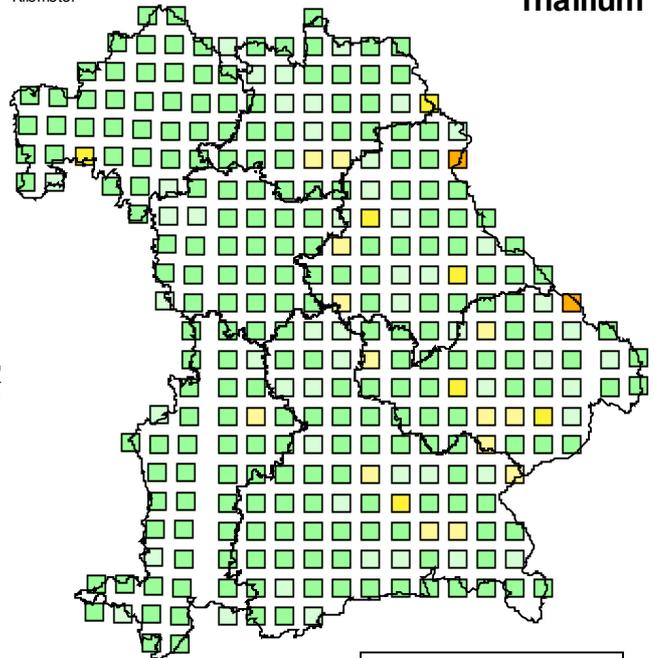
#### Gallium



Gallium-Werte nicht veröffentlicht auf Grund mangelhafter Dedektion in ICP-MS (unerwartete Überschneidung mit 2-fach geladenen Barium-Ionen)



#### Thallium



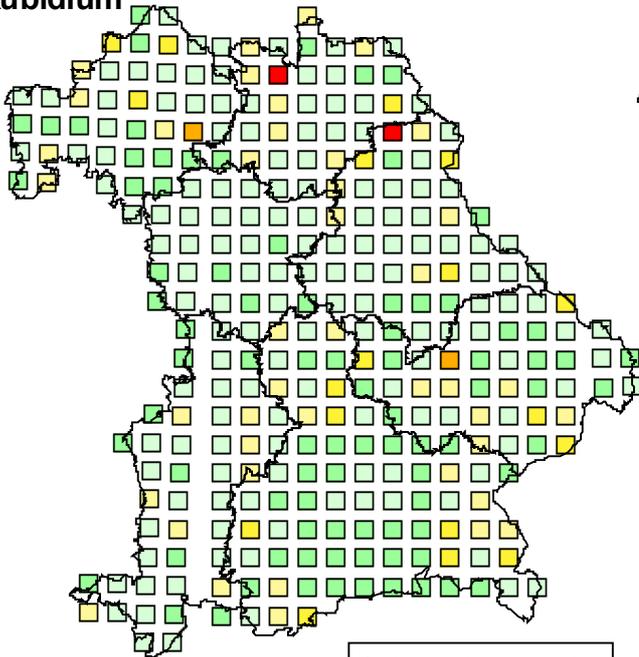
Thalliumgehalt in [mg/kg]	
■	- < 0.02
■	0.02 - < 0.04
■	0.04 - < 0.08
■	0.08 - < 0.16
■	0.16 - 0.202
■	leere Klasse

für bayerische Messpunkte	
Jahr:	2001
Parameter:	Tl
Anzahl:	298
Minimum:	0,003 mg/kg
Maximum:	0,202 mg/kg
Mittelwert:	0,020 mg/kg
Median:	0,014 mg/kg

# Immissionsökologisches Moos-Messnetz 2001

Schwermetallreicherung im epiphytischen Moos *Hypnum cupressiforme* - weitere Emissionen

## Rubidium

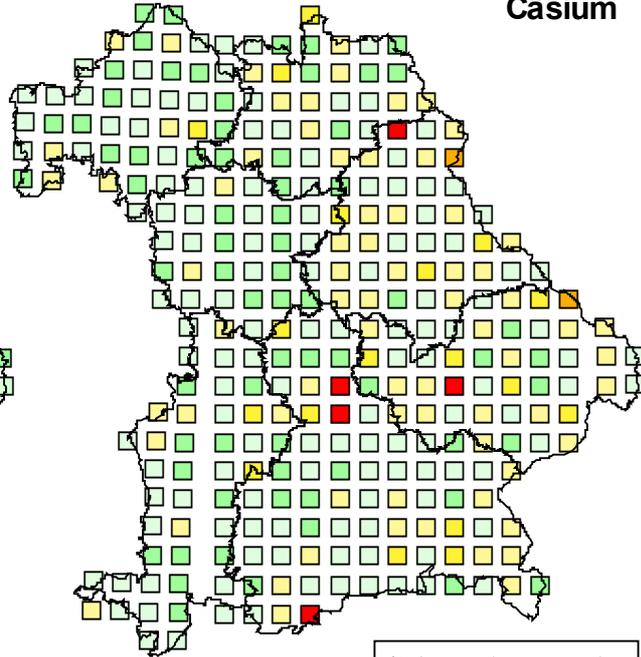


Rubidiumgehalt in [mg/kg]

- - < 5
- 5 - < 15
- 15 - < 25
- 25 - < 45
- 45 - < 60
- 60 - 122

für bayerische Messpunkte  
 Jahr: 2001  
 Parameter: Rb  
 Anzahl: 298  
 Minimum: 1,8 mg/kg  
 Maximum: 122,0 mg/kg  
 Mittelwert: 11,3 mg/kg  
 Median: 7,7 mg/kg

## Cäsium

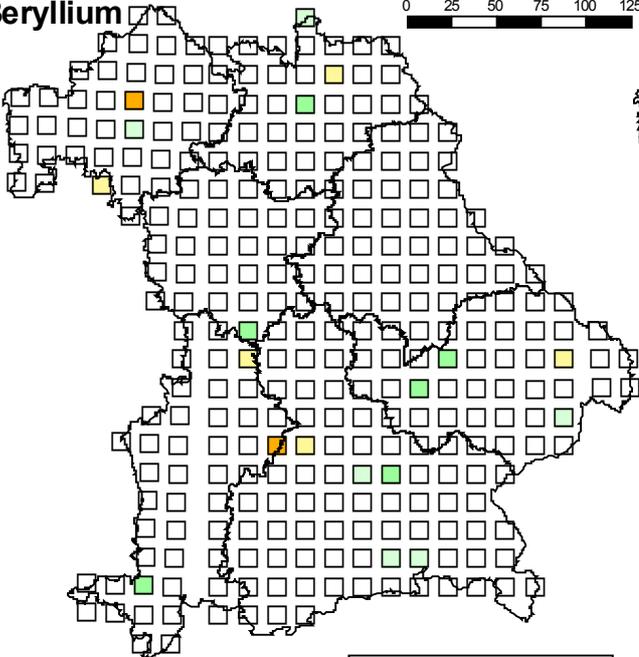


Cäsiumgehalt in [mg/kg]

- - < 0.05
- 0.05 - < 0.10
- 0.10 - < 0.20
- 0.20 - < 0.40
- 0.40 - < 0.60
- 0.60 - 0.94

für bayerische Messpunkte  
 Jahr: 2001  
 Parameter: Cs  
 Anzahl: 298  
 Minimum: 0,02 mg/kg  
 Maximum: 0,94 mg/kg  
 Mittelwert: 0,10 mg/kg  
 Median: 0,08 mg/kg

## Beryllium



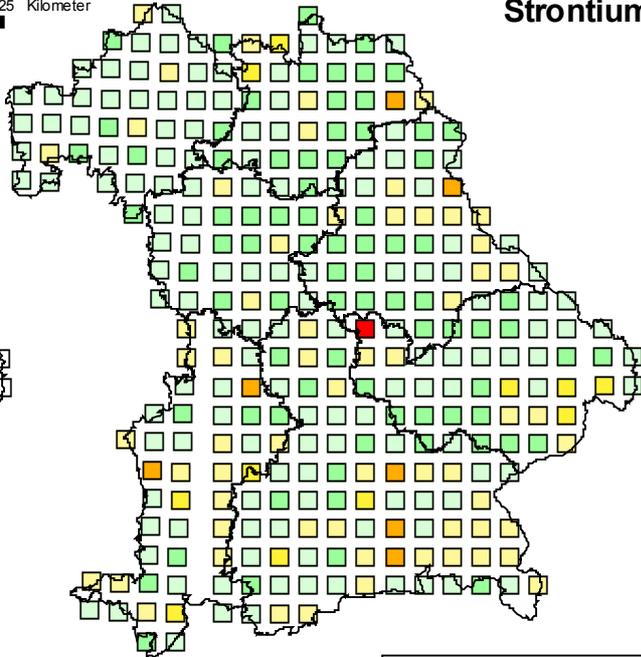
Berylliumgehalt in [mg/kg]

- unter NWG
- - < 0.15
- 0.15 - < 0.20
- 0.20 - < 0.30
- 0.30 - < 0.40
- 0.40 - 0.416

für bayerische Messpunkte  
 Jahr: 2001  
 Parameter: Be  
 Anzahl: 298  
 Minimum: 0,10 mg/kg  
 Maximum: 0,42 mg/kg  
 Mittelwert: 0,20 mg/kg  
 Median: 0,19 mg/kg

0 25 50 75 100 125 Kilometer

## Strontium



Strontiumgehalt in [mg/kg]

- - < 10
- 10 - < 20
- 20 - < 40
- 40 - < 60
- 60 - < 80
- 80 - 99.70

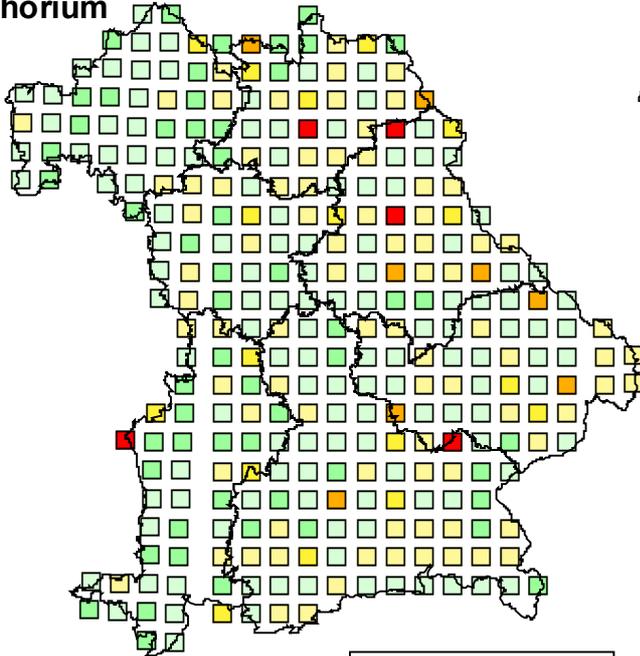
für bayerische Messpunkte  
 Jahr: 2001  
 Parameter: Sr  
 Anzahl: 298  
 Minimum: 3,2 mg/kg  
 Maximum: 99,7 mg/kg  
 Mittelwert: 18,4 mg/kg  
 Median: 14,7 mg/kg

Karte 2.23-10 Thorium - Cer - Yttrium - Lanthan 2001

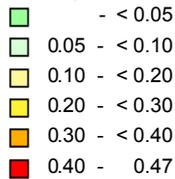
### Immissionsökologisches Moos-Messnetz 2001

Schwermetallreicherung im epiphytischen Moos *Hypnum cupressiforme* - weitere Emissionen

**Thorium**

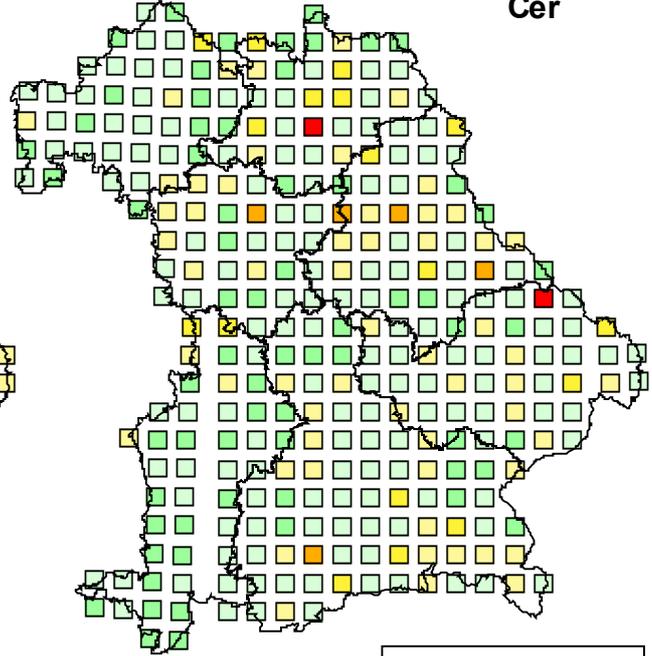


Thoriumgehalt in [mg/kg]

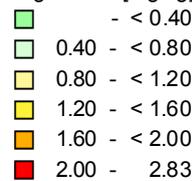


für bayerische Messpunkte  
 Jahr: 2001  
 Parameter: Th  
 Anzahl: 298  
 Minimum: 0,01 mg/kg  
 Maximum: 0,47 mg/kg  
 Mittelwert: 0,10 mg/kg  
 Median: 0,08 mg/kg

**Cer**



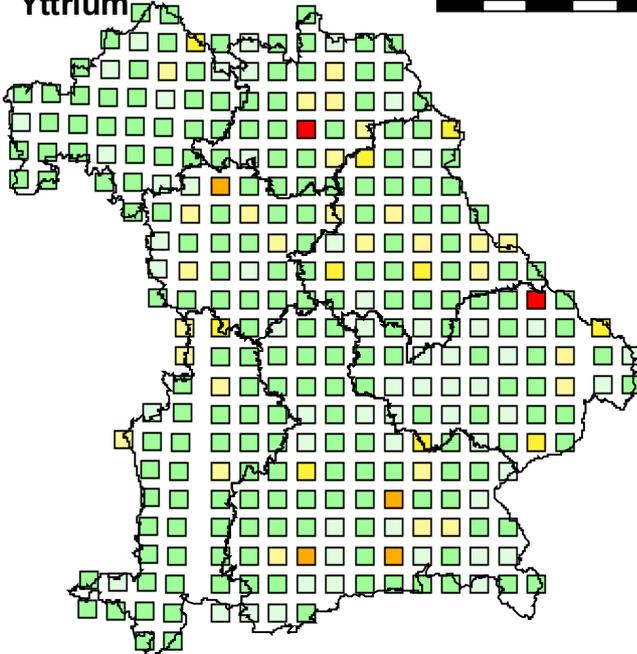
Cergehalt in [mg/kg]



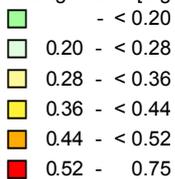
für bayerische Messpunkte  
 Jahr: 2001  
 Parameter: Ce  
 Anzahl: 298  
 Minimum: 0,14 mg/kg  
 Maximum: 2,46 mg/kg  
 Mittelwert: 0,66 mg/kg  
 Median: 0,60 mg/kg

0 25 50 75 100 125 Kilometer

**Yttrium**

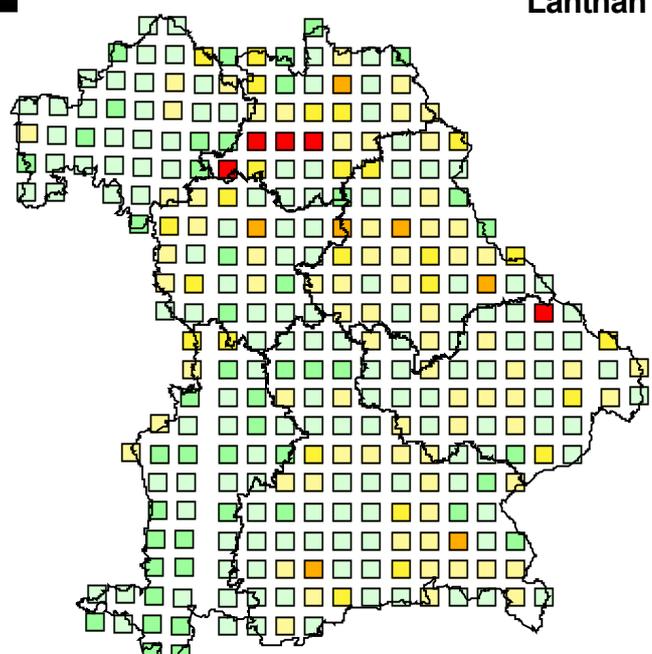


Yttriumgehalt in [mg/kg]

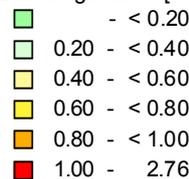


für bayerische Messpunkte  
 Jahr: 2001  
 Parameter: Y  
 Anzahl: 298  
 Minimum: 0,03 mg/kg  
 Maximum: 0,75 mg/kg  
 Mittelwert: 0,18 mg/kg  
 Median: 0,16 mg/kg

**Lanthan**



Lanthangehalt in [mg/kg]



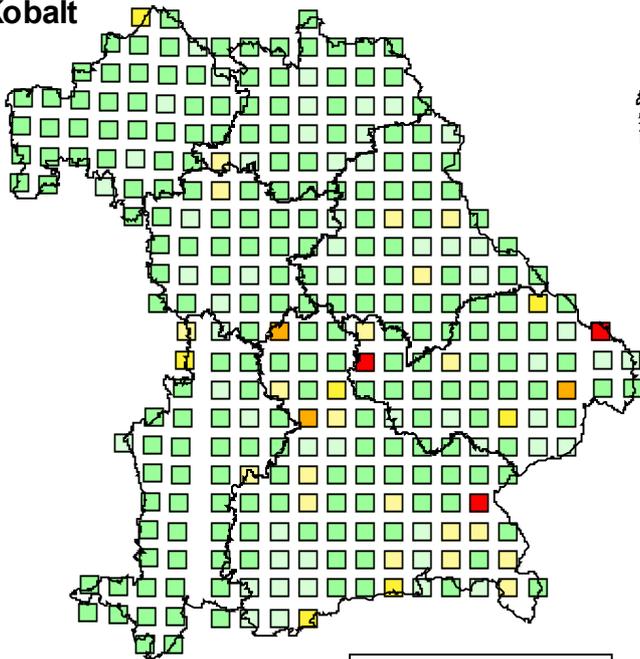
für bayerische Messpunkte  
 Jahr: 2001  
 Parameter: La  
 Anzahl: 298  
 Minimum: 0,07 mg/kg  
 Maximum: 2,76 mg/kg  
 Mittelwert: 0,38 mg/kg  
 Median: 0,34 mg/kg

Karte 2.2.3-11 Kobalt - Molybdän - Selen 2001

### Immissionsökologisches Moos-Messnetz 2001

Schwermetallreicherung im epiphytischen Moos *Hypnum cupressiforme* - weitere Emissionen

#### Kobalt



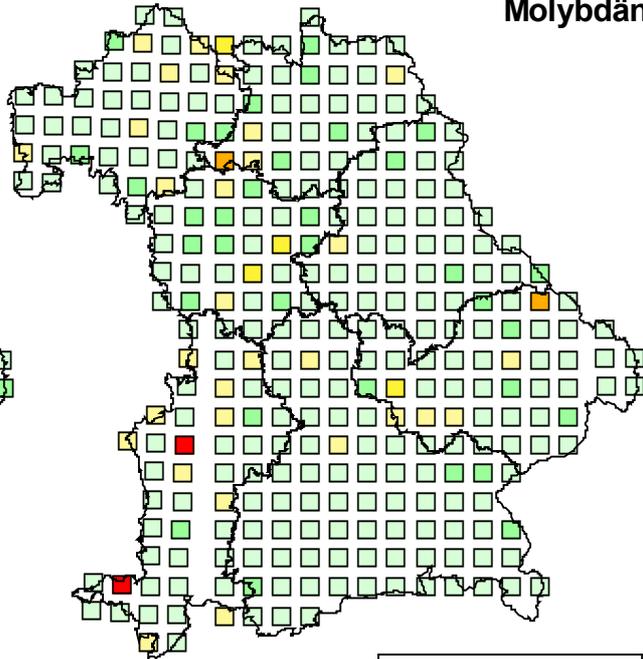
**Kobaltgehalt in [mg/kg]**

■	- < 0.24
■	0.24 - < 0.34
■	0.34 - < 0.44
■	0.44 - < 0.54
■	0.54 - < 0.64
■	0.64 - 2.83

**für bayerische Messpunkte**

Jahr:	2001
Parameter:	Co
Anzahl:	298
Minimum:	0,02 mg/kg
Maximum:	0,92 mg/kg
Mittelwert:	0,20 mg/kg
Median:	0,18 mg/kg

#### Molybdän



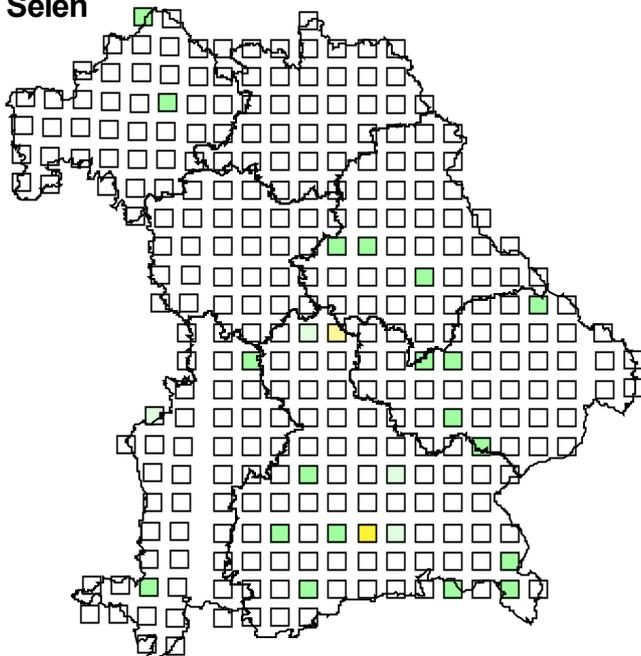
**Molybdängehalt in [mg/kg]**

■	- < 0.20
■	0.20 - < 0.40
■	0.40 - < 0.60
■	0.60 - < 1.00
■	1.00 - < 1.20
■	1.20 - < 2.20

**für bayerische Messpunkte**

Jahr:	2001
Parameter:	Mo
Anzahl:	298
Minimum:	0,14 mg/kg
Maximum:	1,90 mg/kg
Mittelwert:	0,30 mg/kg
Median:	0,26 mg/kg

#### Selen



**Selengehalt in [mg/kg]**

□	unterhalb NWG
■	- < 0.30
■	0.30 - < 0.35
■	0.35 - < 0.40
■	0.40 - 0.41
■	leere Klasse

**für bayerische Messpunkte**

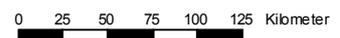
Jahr:	2001
Parameter:	Se
Anzahl:	298
Minimum:	0,25 mg/kg
Maximum:	0,41 mg/kg
Mittelwert:	0,28 mg/kg
Median:	0,27 mg/kg

Kartengrundlage: ATKIS 500,  
Bayerisches Landesvermessungsamt

Datengrundlage: Moosbeprobungen 1999, 2001  
des Bayerischen Landesamtes für Umweltschutz

Stand: August 2002

PS 3



## Histogramme

Die Häufigkeitsverteilungen der Schwermetallgehalte für die bayerischen Standorte sind dem Anhang zu entnehmen. Die Klassengrenzen sind identisch mit den kartographischen Darstellungen des entsprechenden Probejahres. Die Intervallgrenzen der Histogramme 2001 wurden aufgrund der geringeren Metallgehalte an das Wertekollektiv der Beprobung 2001 angepasst, d.h. die Diagramme 1999 und 2001 sind nicht direkt miteinander vergleichbar. Lediglich bei den Elementen Sb, Cd und auch Zn konnte die gleiche Klasseneinteilung beibehalten werden. Die Histogramme für die Antimon- und Zinkgehalte (**Abb. 2.2.3-1a bis -2b**) dokumentieren eine auffällige Entwicklung. Sie lassen eine deutliche Verschiebung der Gehalte zu höheren Klassen hin erkennen.

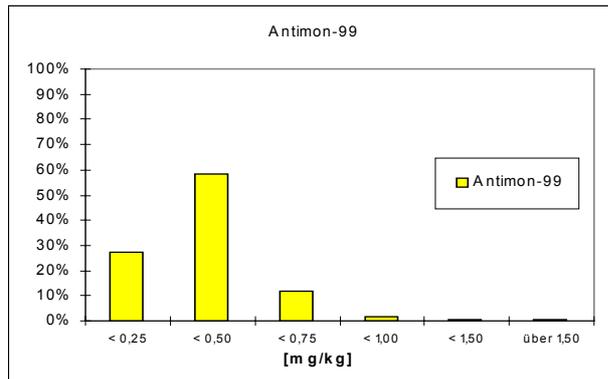


Abb. 2.2.3-1a: Verteilung der Antimongehalte 1999

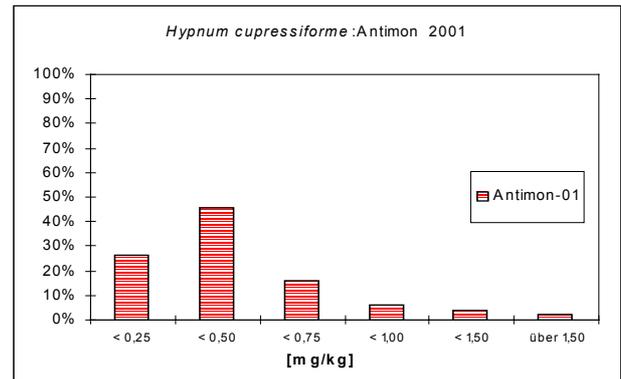


Abb. 2.2.3-1b: Verteilung der Antimongehalte 2001

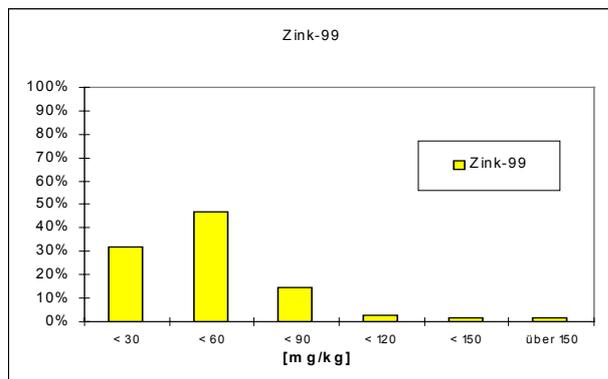


Abb. 2.2.3-2a: Verteilung der Zinkgehalte 1999

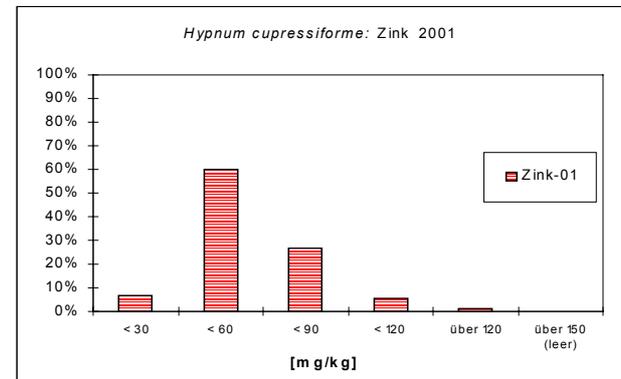


Abb. 2.2.3-2b: Verteilung der Zinkgehalte 2001

### Kartographische Darstellungen: Mittlerer Rang der Belastung

Die folgenden Kartendarstellungen entstanden durch „Verschneiden“ von jeweils zwei Rangkarten zweier aufeinanderfolgenden Beprobungen:

**Beprobungen 1997 - 1999** (Karten 2.2-12 bis -15)

**Beprobungen 1999 - 2001** (Karten 2.2-16 bis -19)

#### Annahme:

Vergleicht man die Ergebnisse vorangegangener Beprobungen fällt auf, dass die Streuung der Messwerte sowohl an einem Standort als auch regional, eine Bestimmung von „Belastungs-Zentren“ erschwert. Der Grund dafür ist u.a. in folgenden Einflussgrößen zu suchen:

- Klimatische Schwankungen beeinflussen die Schwermetallakkumulation der Moose.
- Schwankende Qualität der Probenvorbereitung bis 1999
- Auf Grund der veränderten Emissionssituation (Konzentration der Schwermetall-Wirkungen) sollten Vergleich mit älteren Beprobungen nicht auf der Betrachtungsebene der absoluten Metallgehalte gemacht werden – unterschiedliche „Belastungs-Niveaus“, sondern eine zeitlich unabhängige, relative Beurteilung der Immissionswirkung angestrebt werden.

#### Ziele:

Die Auswertung anhand von Belastungs-Rängen wurde gewählt, um die relative Belastungssituation an einem Messpunkt über einen Zeitraum von 2 Beprobungen aufzuzeigen. Der Zeitraum wurde bewusst kurz gewählt, um beim Vergleich mit früheren oder folgenden Beprobungen auf Veränderungen der Immissionssituation aufmerksam zu werden. Messpunkte können miteinander elementübergreifend verglichen werden, wenn statt der Elementkonzentrationen sog. „Belastungs-Ränge“ herangezogen werden. Dabei ist zu beachten, dass eine räumliche Differenzierung der absoluten Belastung nicht möglich ist: eine Suche nach „dem am stärksten“ belasteten Standort in Bayern ist nicht zulässig. (siehe Karte **2.2.3-12 und -16**)

In einem weiteren Schritt sollen Standorte „extrahiert“ werden, die einem weiteren Kriterium genügen: Ziel ist es, jene Standorte zu kennzeichnen, die im Untersuchungszeitraum von 2 Beprobungen (= 4 Jahre) relativ **geringe Schwankungen** der Belastung zeigen, denen dann ein entsprechender „Belastungs-Rang“ innerhalb des Wertekollektivs zugeordnet werden kann. Folgendes Maß wurde hierfür herangezogen:

schwankt ein Messpunkt von einer Beprobung zur anderen um maximal +/- 50 Ränge (entspricht bei 298 Rängen ca. 17%, bei 328 Rängen ca. 15%), ist seine „Belastungs-Rang“ als relativ stabil definiert. (siehe Karten **2.2.3-13 bis -15** und **2.2.3-17 bis -19**)

An der Immissionssituation eines Standorts sind unterschiedliche Quellen beteiligt, z.T. können geogene Einflüsse (*Staubaufwehungen von Verwitterungsprodukten*) anthropogene Immissionen überlagern. Um die Belastungssituation nach Schadstoffquellen differenziert bzw. emittentenbezogen interpretieren zu können, wurden in Anlehnung an PEICHL (2001) zu den Emissionsquellen „*Verbrennung fossiler Brennstoffe*“ und „*Kfz-Verkehr*“ Elementgruppen gebildet:

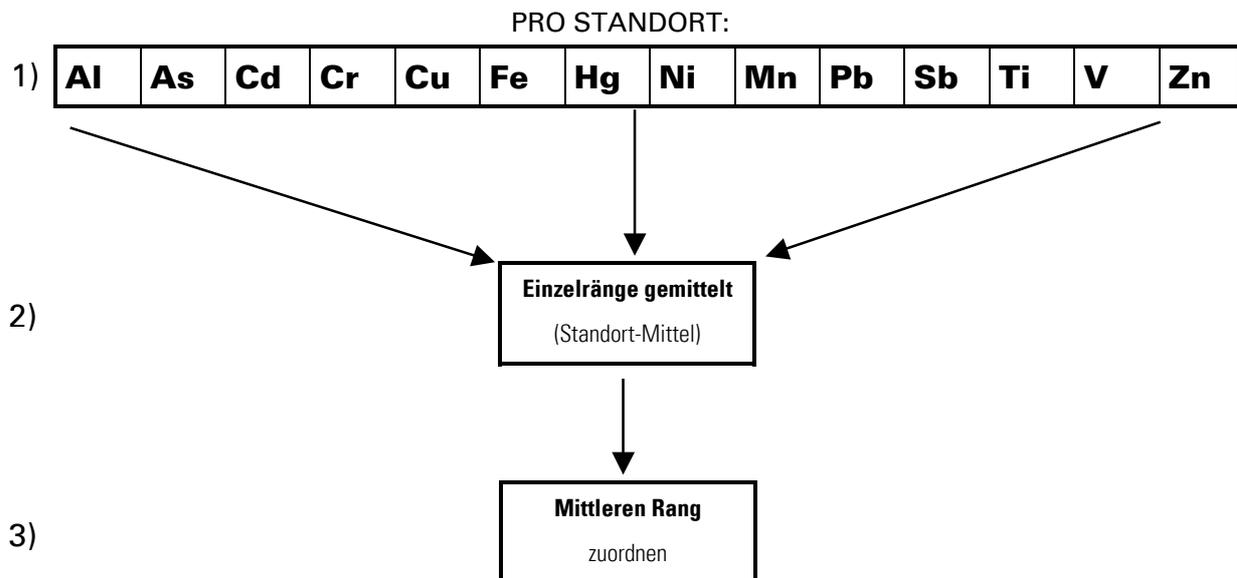
- aus der Verbrennung fossiler Brennstoffe: Arsen, Titan, Vanadium, Nickel
- aus dem Kfz-Verkehr: Chrom, Kupfer, Blei, Antimon

**Grundlagen:**

Für die Umsetzung der Elementkonzentrationen in „Belastungs-Ränge“ haben wir folgende Rechenschritte angewandt:

Das Wertekollektiv enthält 1997 und 1999 328 Standorte (296 bayerische + 32 in Tschechien)<sup>1</sup> über 14 Einzelelemente.

- 1) Für jedes *Schwermetallelement* wird eine Rangqualifizierung durchgeführt (Funktion RANG in Microsoft Excel): der am höchsten belastete Standort erhält den Rang „328“<sup>2</sup>, der am niedrigsten belastete den Rang „1“.
- 2) Die Rangzahlen der Einzelelemente werden *pro Standort gemittelt* → „Standort-Mittel“.
- 3) Um das „Standort-Mittel“ besser darzustellen und mit den Auswertungen anderer Jahre vergleichen bzw. im GIS verschneiden zu können, wird es einer weiteren Rangqualifizierung unterzogen → Mittleren Rang zuordnen (Rang 1 - Rang 328<sup>2</sup>,). (**Karte 2.2.3-12** und **Karte 2.2.3-16**)



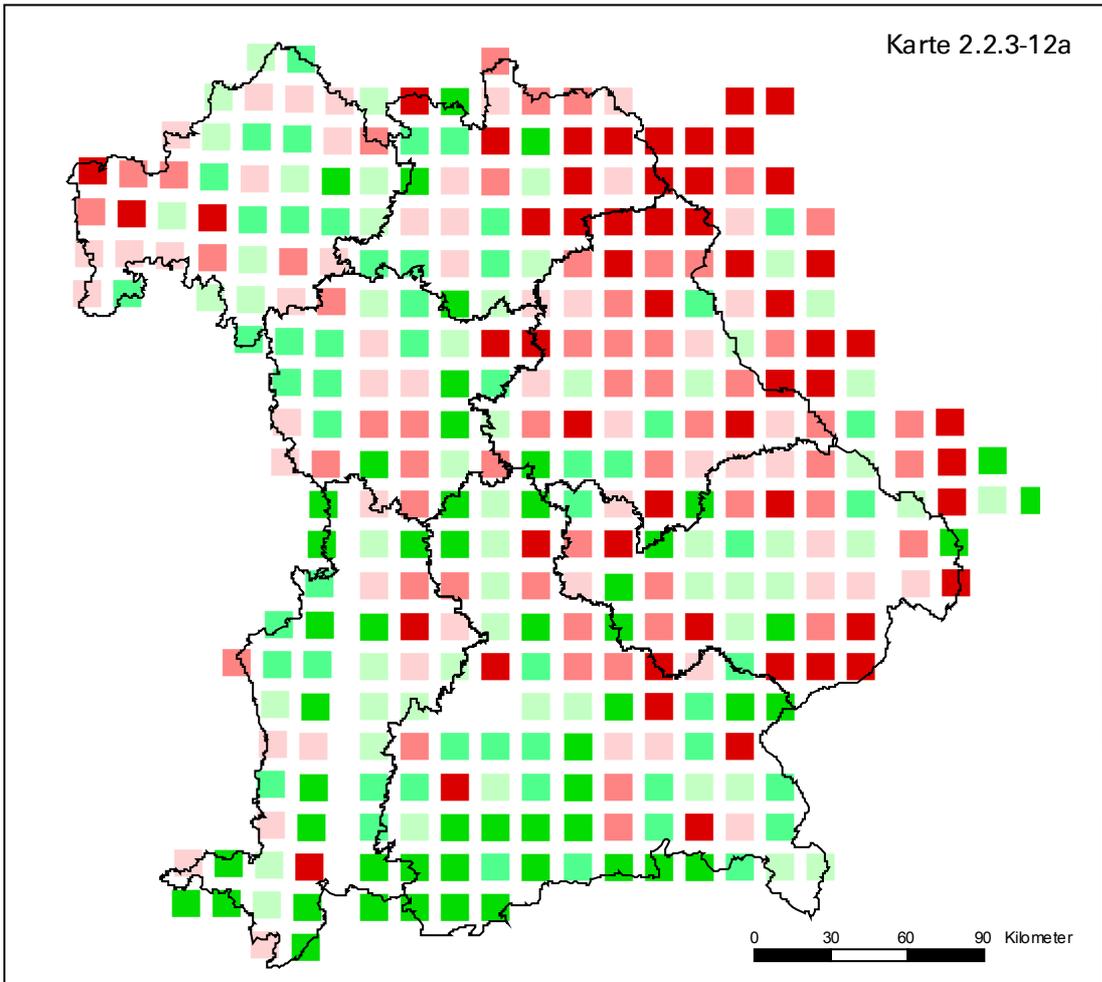
Die **Karten 2.2.3-13** (1999) und **-17** (2001) zeigen alle Messpunkte, deren Zunahme *oder* Abnahme des Mittleren Rangs **aller Elemente** kleiner 50 Ränge beträgt.

Die **Karte 2.2.3-14** (1999) und **-18** (2001) zeigen alle Messpunkte, deren Zunahme *oder* Abnahme des Mittleren Rangs typischer Elemente **fossiler Brennstoffe** kleiner 50 Ränge beträgt.

Die **Karte 2.2.3-15** (1999) und **-19** (2001) zeigen alle Messpunkte, deren Zunahme *oder* Abnahme des Mittleren Rangs typischer „**Kfz-Emissionen**“ kleiner 50 Ränge beträgt.

<sup>1</sup> Die Beprobung 2001 umfasst nur die bayerischen 298 Standorte

<sup>2</sup> für 2001 entsprechend „298“



Immissionsökologisches Moos-Messnetz des LfU

## Mittlerer Rang der Belastung 1997

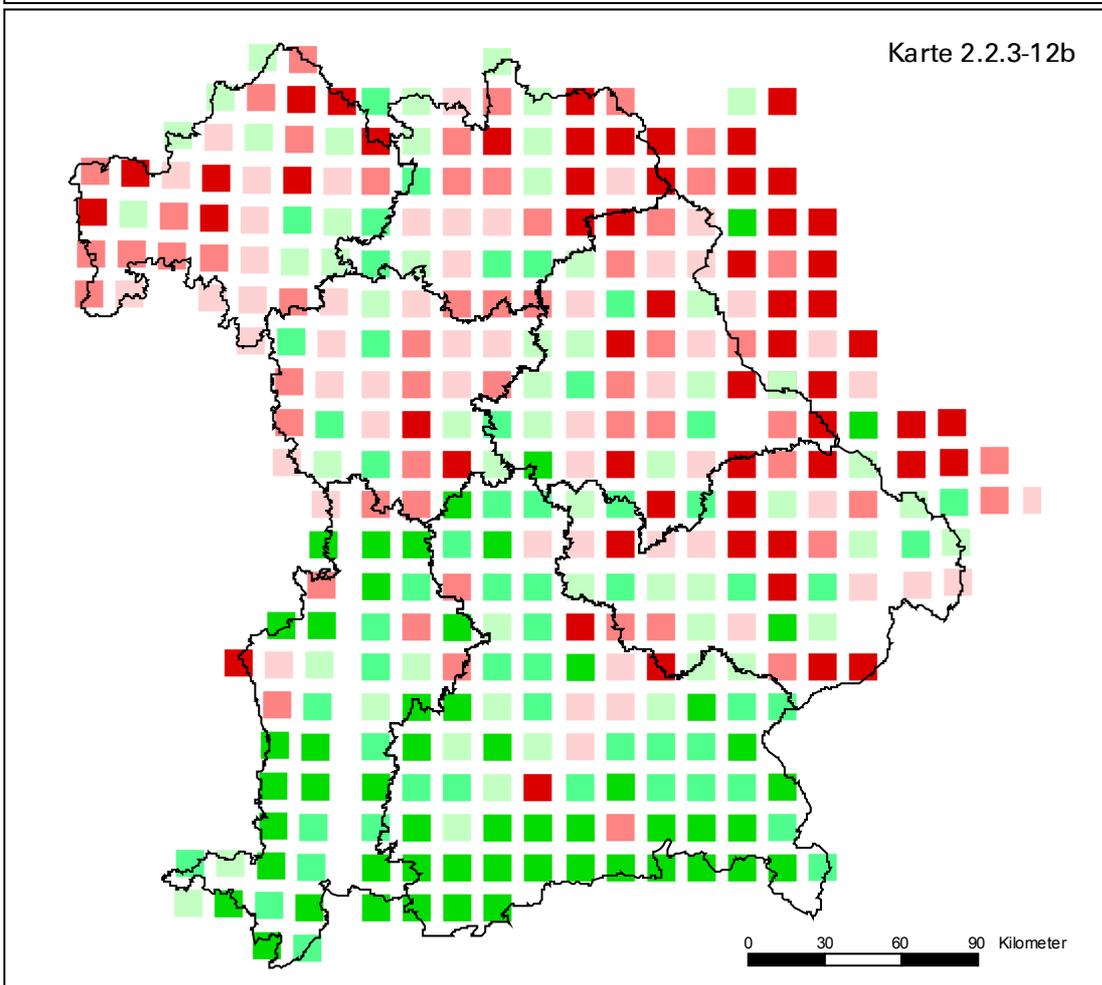
### Standortvergleich

für jeden Meßpunkt wurde ein Rang pro Element berechnet.  
Die Rangzahlen (1 = niedriger Rang bzw. 330 hoher Rang) wurden anschließend gemittelt.

Diesem Mittelwert wurde wiederum die mittlere Rangzahl zugeordnet.  
Diese beschreibt die relative Belastung eines Messpunktes im bayernweiten Vergleich

Mittlerer Rang

- 1 - 55
- 56 - 110
- 111 - 165
- 166 - 220
- 221 - 275
- 276 - 330



Immissionsökologisches Moos-Messnetz des LfU

## Mittlerer Rang der Belastung 1999

### Standortvergleich

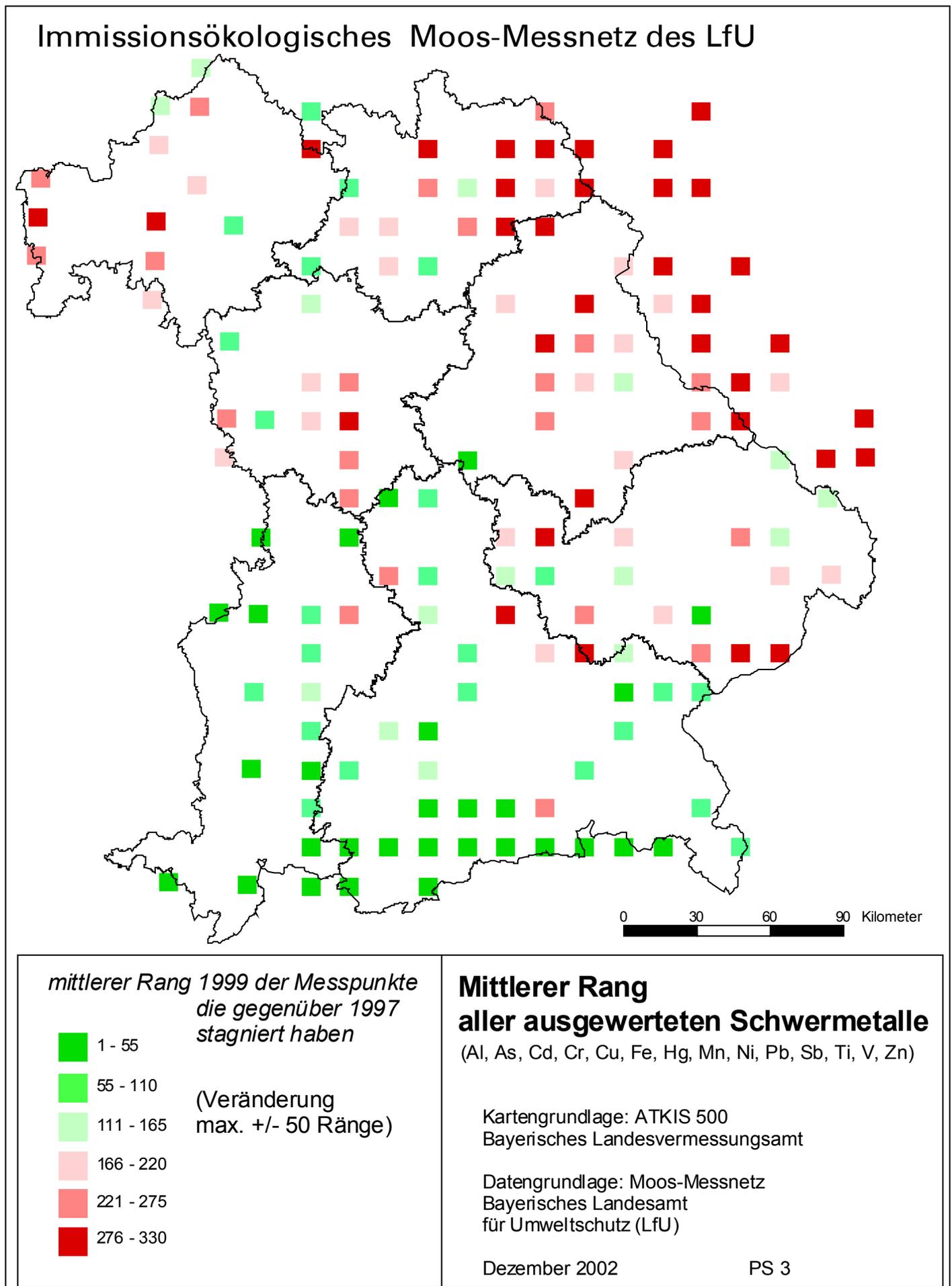
für jeden Meßpunkt wurde ein Rang pro Element berechnet.  
Die Rangzahlen (1 = niedriger Rang bzw. 330 anschließend gemittelt.

Diesem Mittelwert wurde wiederum die mittlere Rangzahl zugeordnet.  
Diese beschreibt die relative Belastung eines Messpunktes im bayernweiten Vergleich

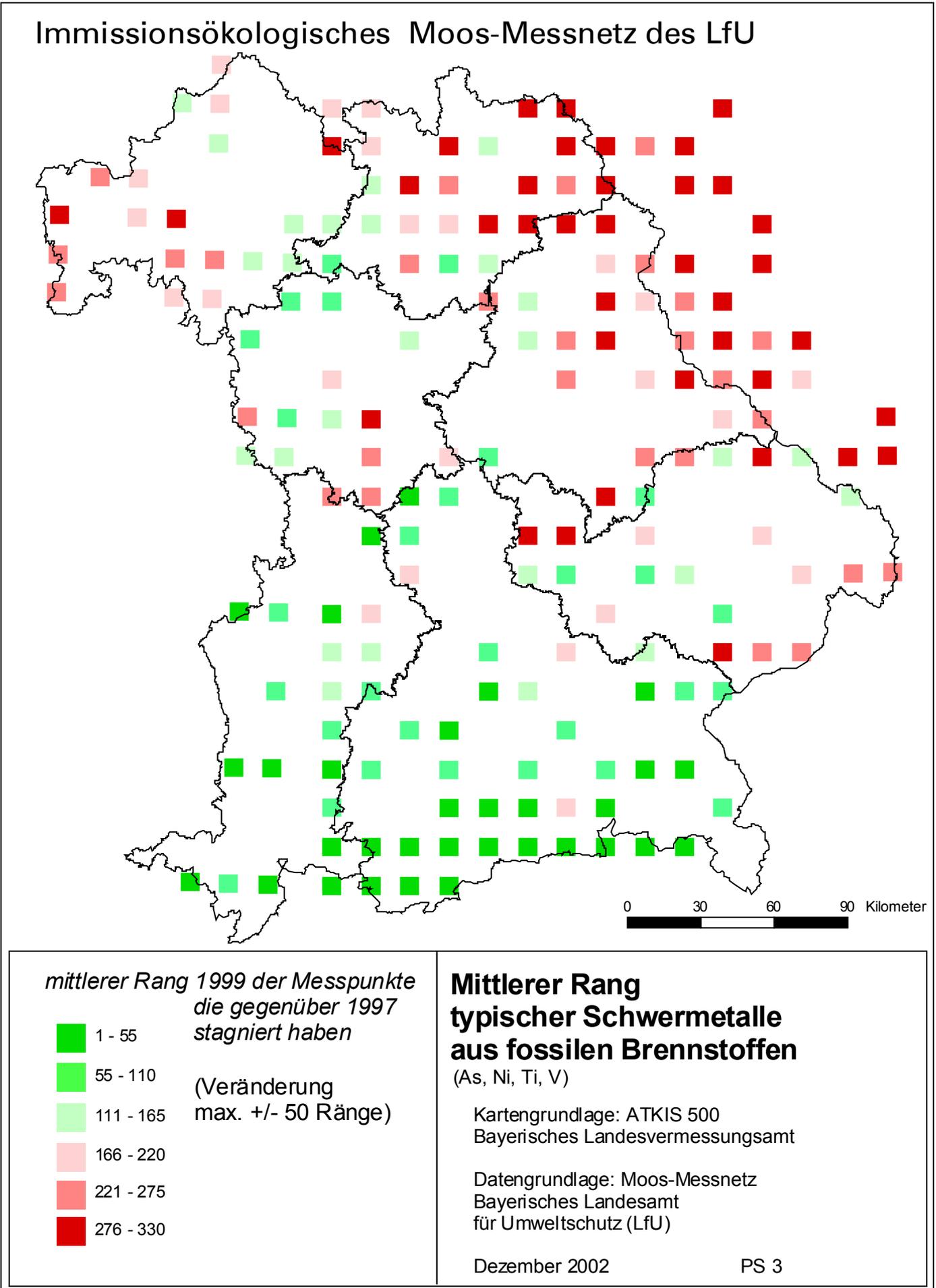
Mittlerer Rang

- 1 - 55
- 56 - 110
- 111 - 165
- 166 - 220
- 221 - 275
- 276 - 330

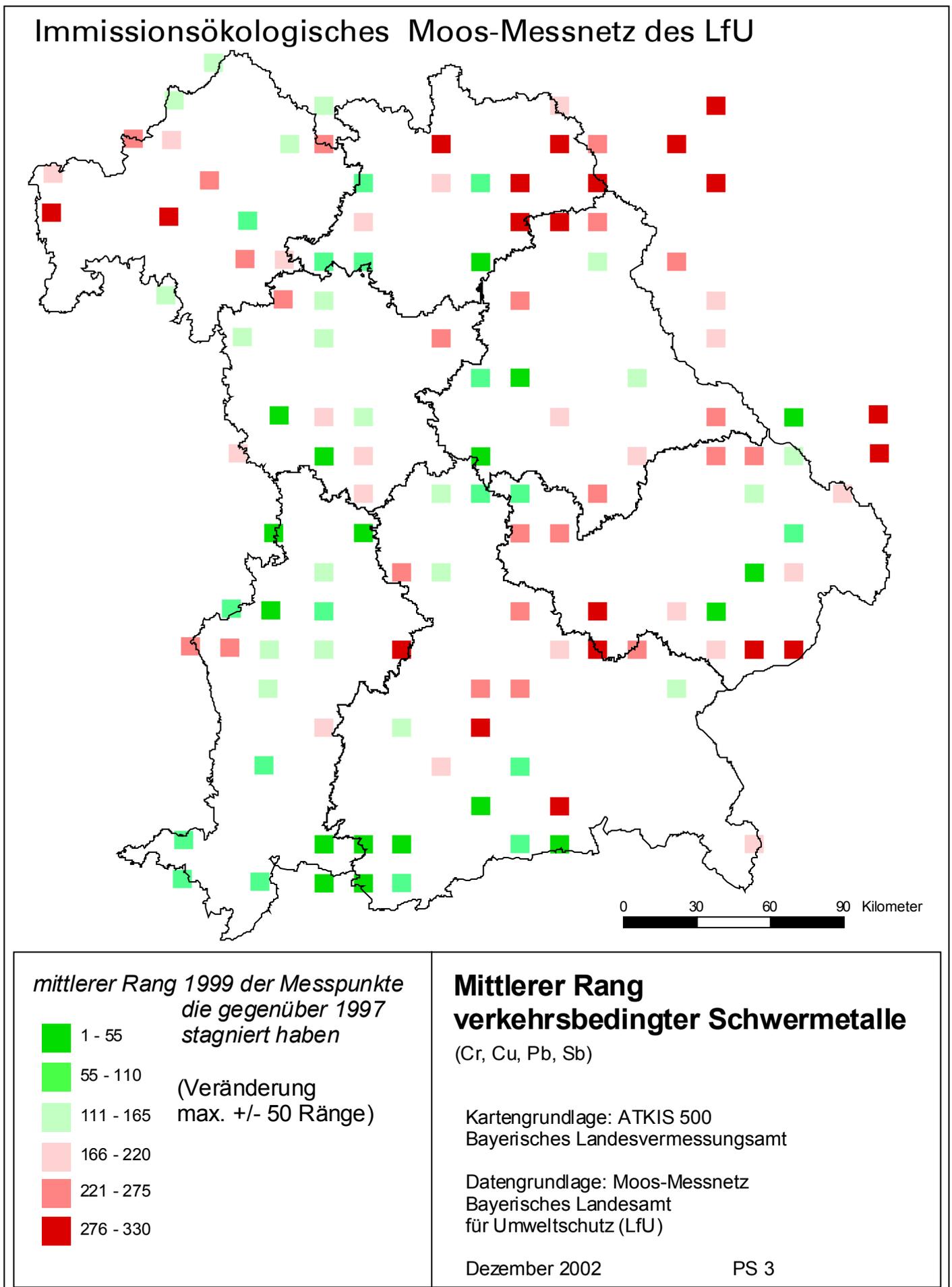
Karte 2.2.3-13 Hintergrundsituation 1997-1999 Mittlerer Rang aller ausgewerteten Schwermetalle

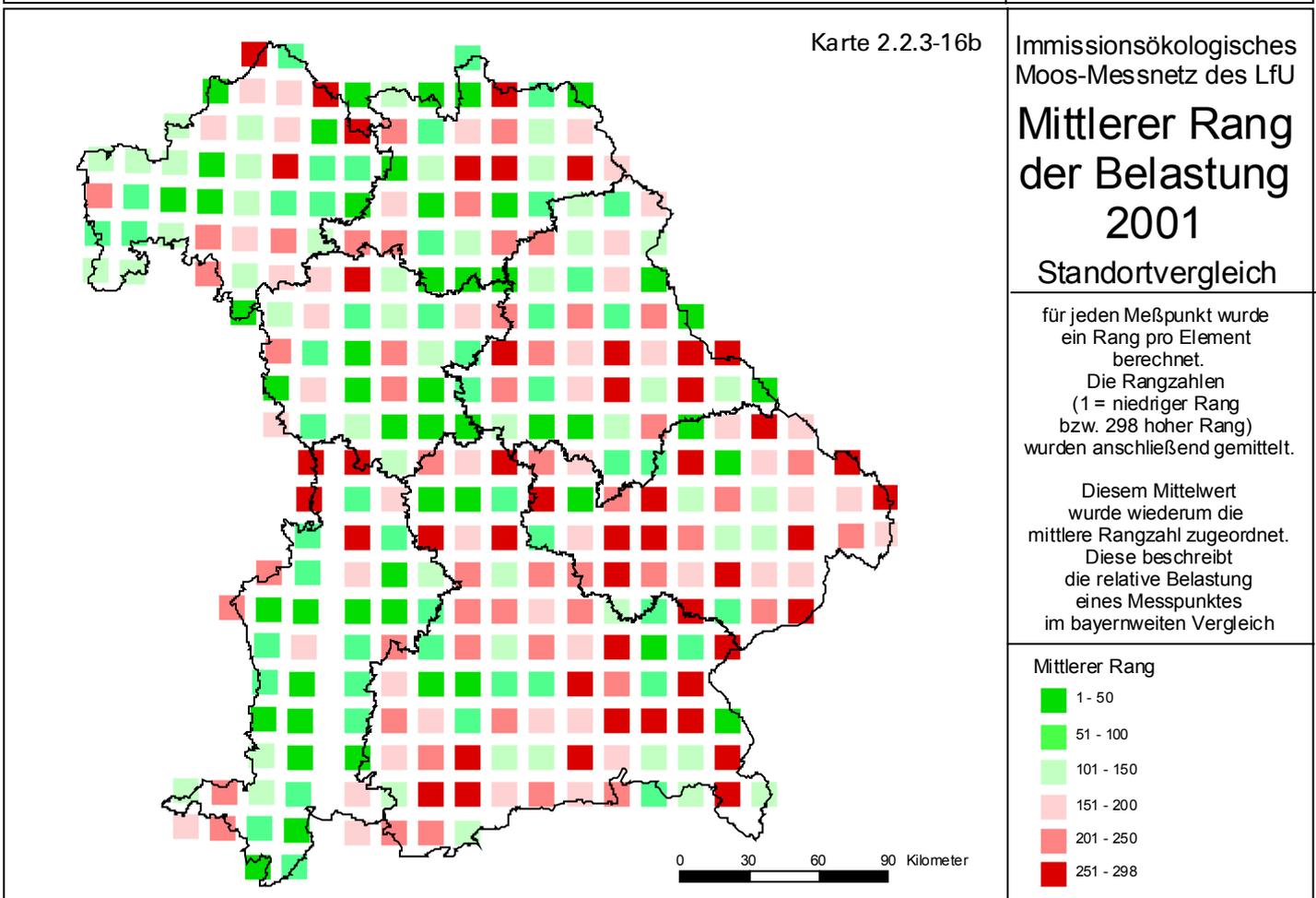
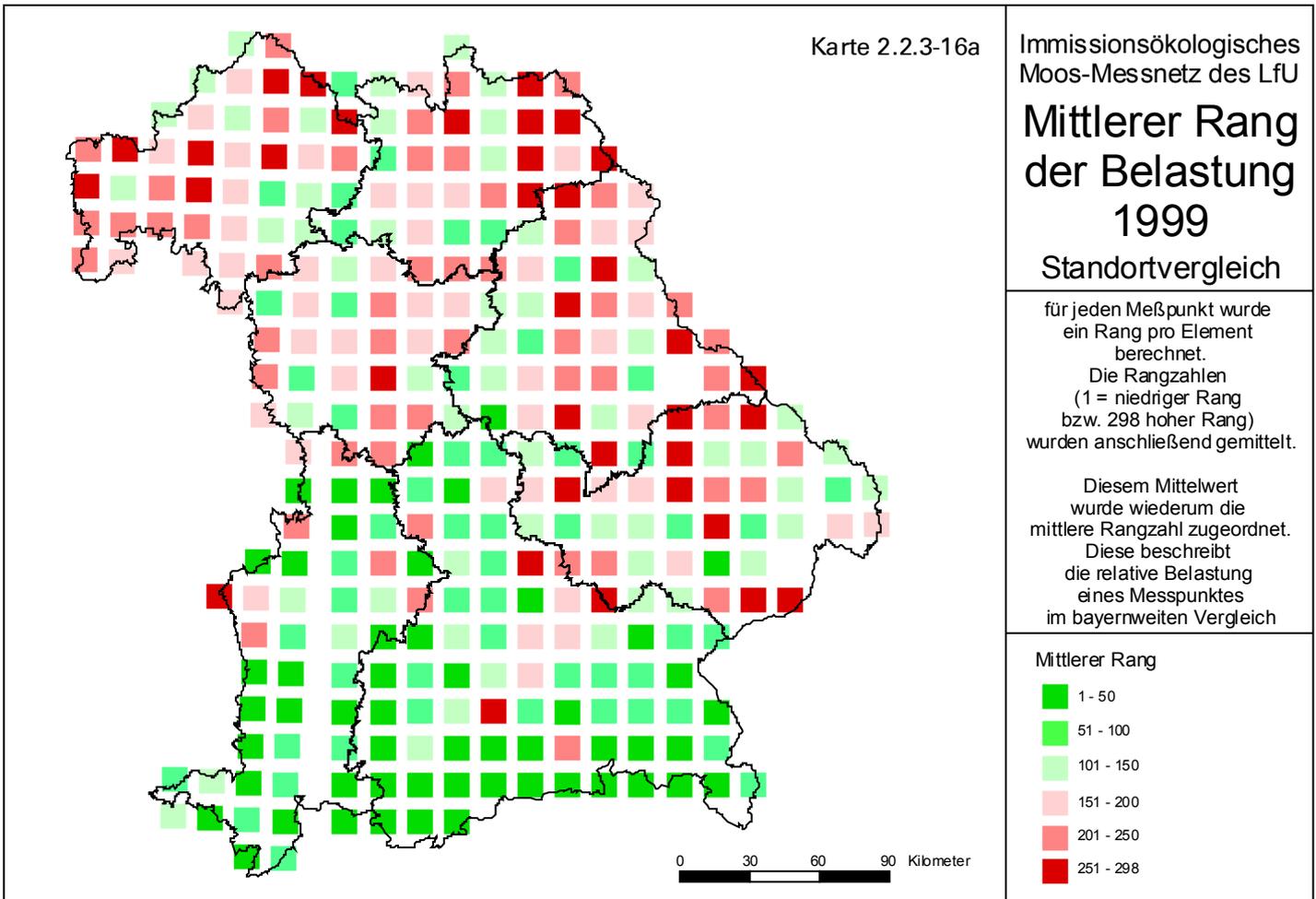


Karte 2.2.3-14 Hintergrundsituation 1997-1999 Mittlerer Rang typischer Schwermetalle aus fossilen Brennstoffen

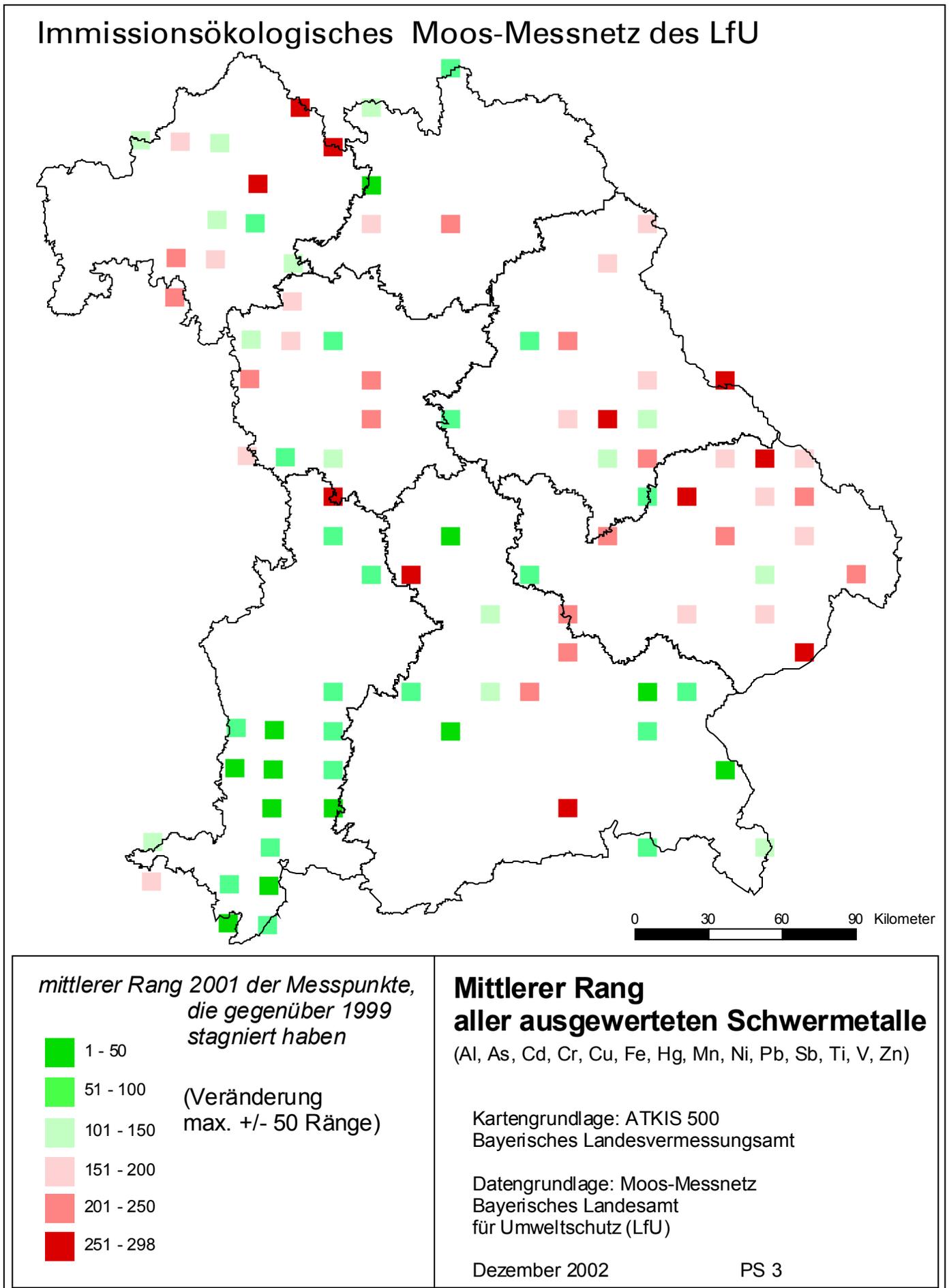


Karte 2.2.3-15 Hintergrundssituation 1997-1999 Mittlerer Rang verkehrsbedingter Schwermetalle

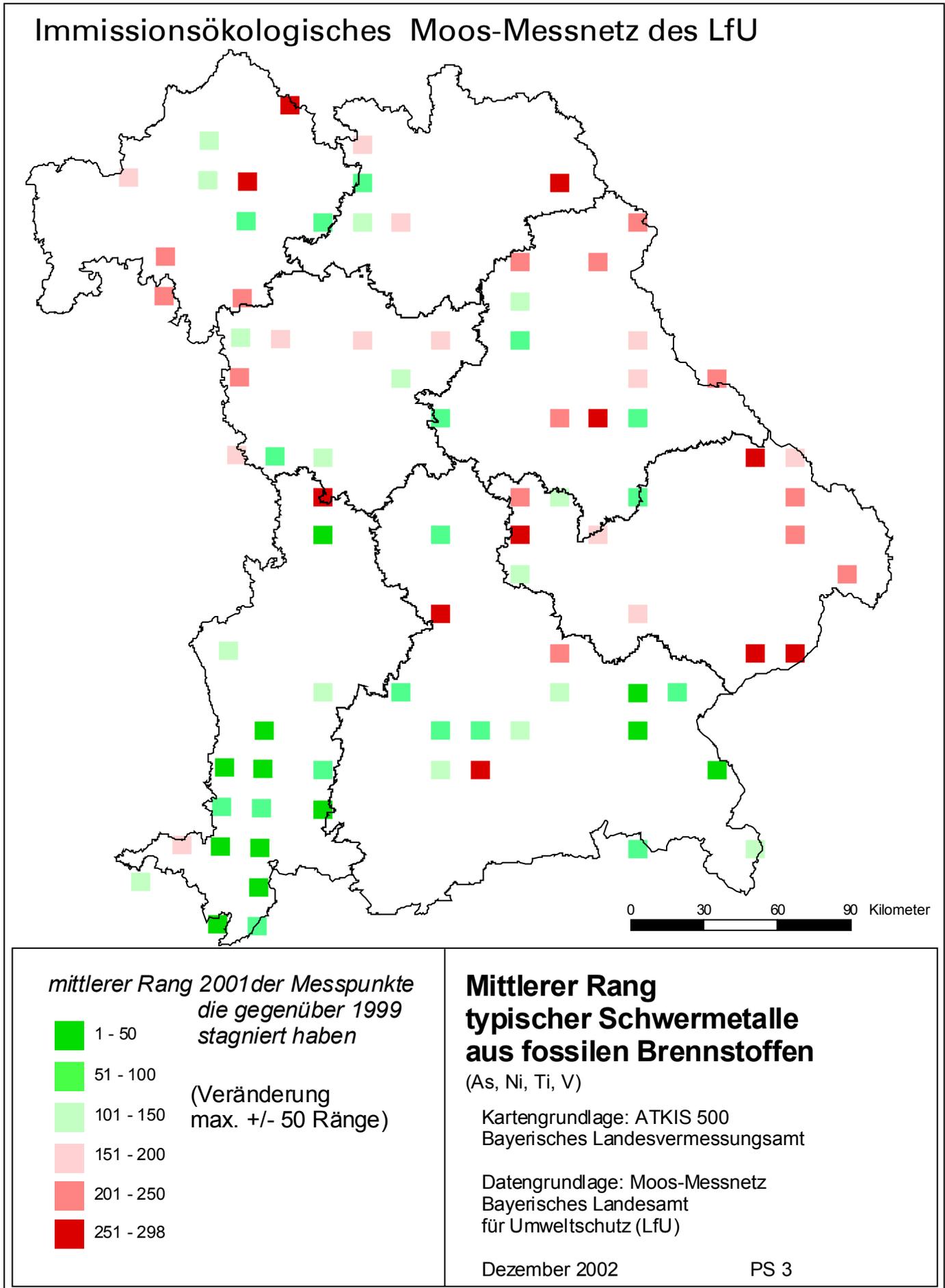




Karte 2.2.3-17 Hintergrundsituation 1999-2001 Mittlerer Rang aller ausgewerteten Schwermetalle

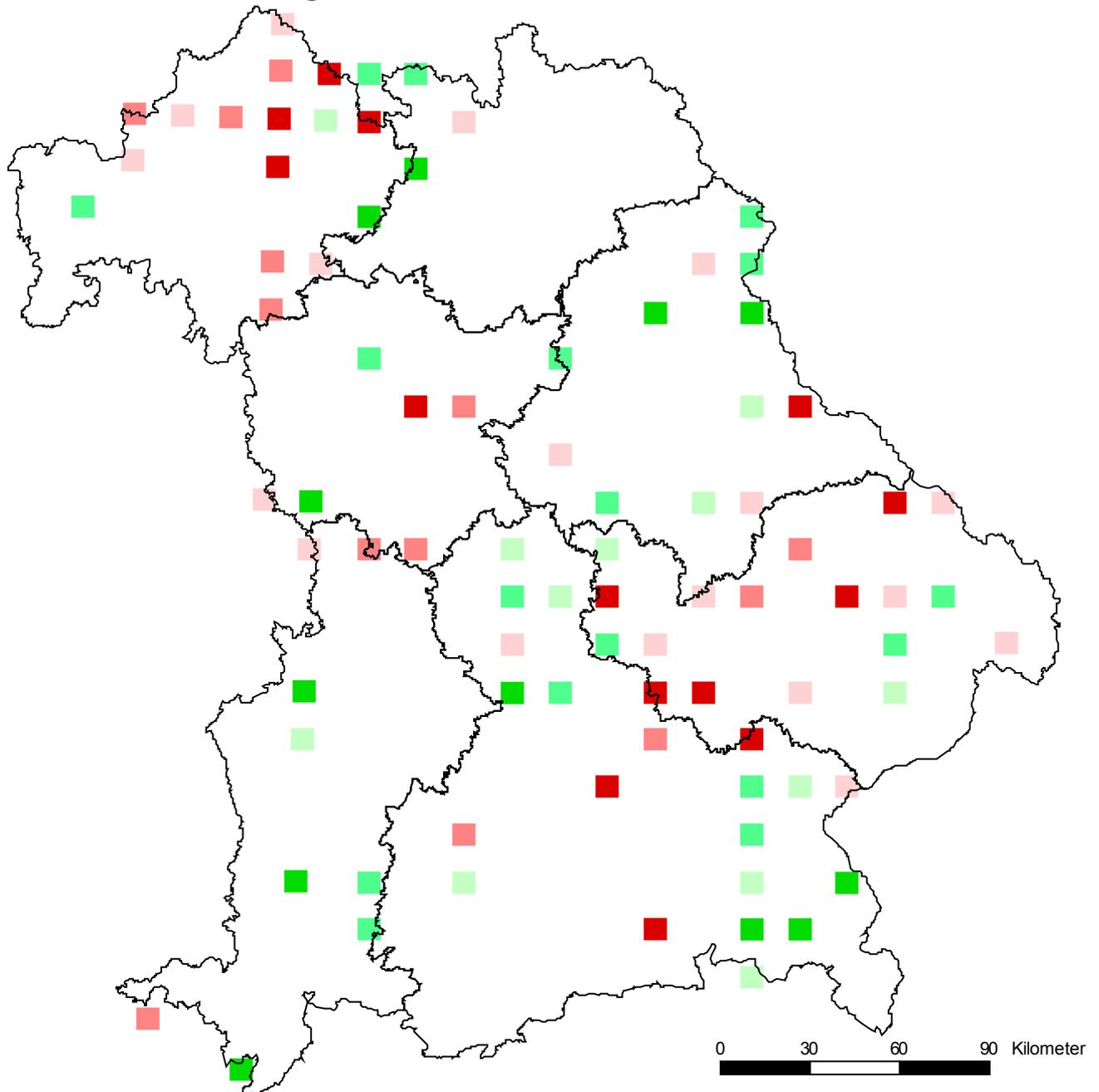


Karte 2.23-18 Hintergrundsituation 1999-2001 Mittlerer Rang typischer Schwermetalle aus fossilen Brennstoffen

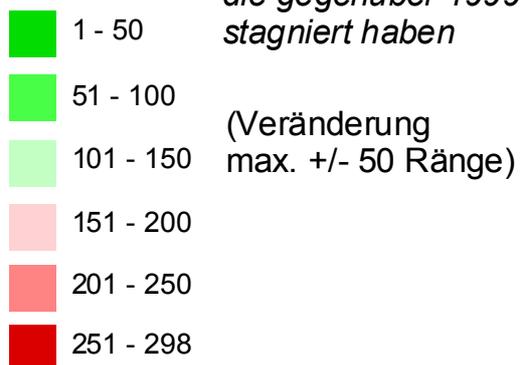


Karte 2.2.3-19 Hintergrundsituation 1999-2001 Mittlerer Rang verkehrsbedingter Schwermetalle

## Immissionsökologisches Moos-Messnetz des LfU



*mittlerer Rang 2001 der Messpunkte  
die gegenüber 1999  
stagniert haben*



### Mittlerer Rang verkehrsbedingter Schwermetalle

(Cr, Cu, Pb, Sb)

Kartengrundlage: ATKIS 500  
Bayerisches Landesvermessungsamt

Datengrundlage: Moos-Messnetz  
Bayerisches Landesamt  
für Umweltschutz (LfU)

Dezember 2002

PS 3

Die Ergebnisse von zwei aufeinanderfolgenden Beprobungen (1997 mit 1999, 1999 mit 2001) wurden mit einem GIS verschnitten. Daraus konnten Standorte abgeleitet werden, die im Zeitraum von 4 Jahren, einen mittleren und elementübergreifenden Belastungsrang anzeigen.

Die Karte für Elemente aus fossilen Brennstoffen 1997-1999 (**Karte 2.2.3.14**) lässt ein ähnliches Belastungsmuster wie im Zeitraum 1995-1997 erkennen: der **Süden Bayerns** ist durch **weiträumig niedrige Ränge** repräsentiert. Der an Tschechien angrenzende **nordöstliche Raum Bayerns** ist dagegen durch **hohe Belastungsränge** geprägt, ebenfalls der Verdichtungsraum um **Aschaffenburg** und die Region östlich von **Ingolstadt / Vohburg**.

Das Verteilungsmuster der Ränge Kfz typischer Elemente (**Karte 2.2.3.15**) streut räumlich erwartungsgemäß stärker, da Verkehrsströme relativ linienhafte Emissionsquellen darstellen.

Räumlich relativ homogene Belastungsregionen lassen sich für den Zeitraum 1999-2001 weniger gut abbilden, zum einen nahm die Zahl der Standorte ab, die das Kriterium „*maximale Schwankungsbreite 50 Ränge*“ erfüllen, insbesondere im Süden Bayerns ist bei den „fossilen Elementen“ ein deutlicher Rückgang der niedrigen Ränge zu beobachten (**Karte 2.2.3.18**). Auf der anderen Seite ist die räumliche Streuung größer. Dieser Effekt ist **plausibel**, da das den „Belastungsrängen“ zugrunde liegende Wertekollektiv auf einem niedrigeren Konzentrationsniveau enger beieinander liegt. Das weiträumige Fehlen „grüner“ Belastungsränge spricht daher **nicht** für eine höhere Belastung, sie deutet allenfalls daraufhin, dass die maximale Schwankungsbreite von +/- 50 Rängen überschritten wurde.

## 2.2.4 Vergleichende Ergebnisbetrachtung

### Zeitreihen:

Die zeitlichen Verläufe der Mittelwerte und der Mediane der Schwermetallgehalte an den bayerischen Standorten seit 1986 geben die **Abbildungen 2.2.4-1 bis -14** wieder. Die Medianwerte beschreiben die bayernweite Hintergrundbelastung.

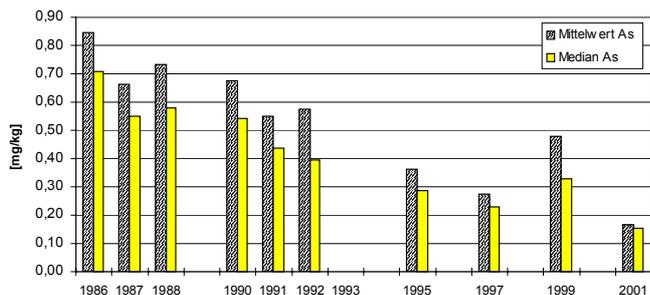


Abb. 2.2.4-1: Bayernweiter mittlerer As-Gehalt und Median in *Hypnum cupressiforme*

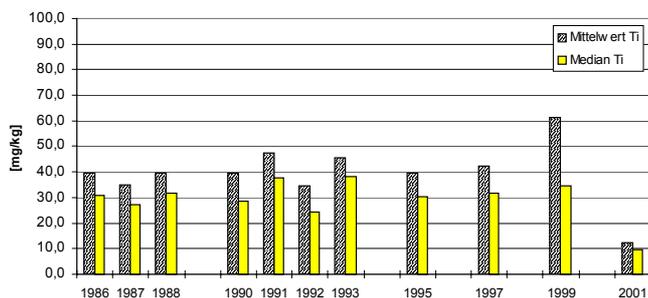


Abb. 2.2.4-2: Bayernweiter mittlerer Ti-Gehalt und Median in *Hypnum cupressiforme*

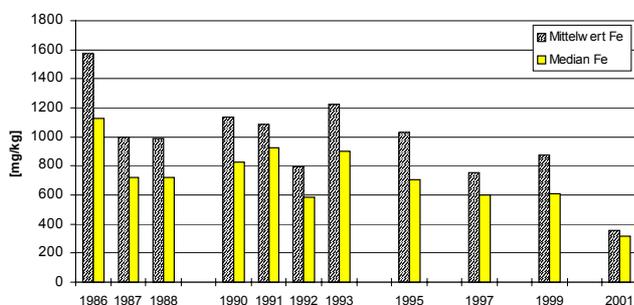


Abb. 2.2.4-3: Bayernweiter mittlerer Fe-Gehalt und Median in *Hypnum cupressiforme*

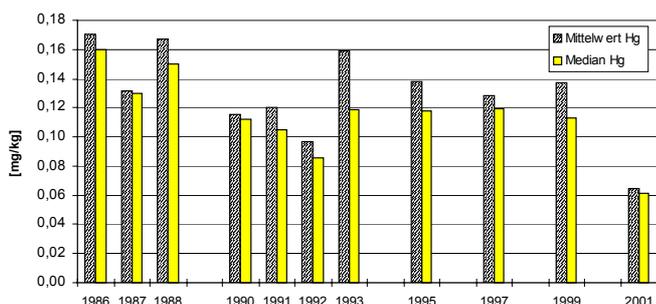


Abb. 2.2.4-4: Bayernweiter mittlerer Hg-Gehalt und Median in *Hypnum cupressiforme*

#### Arsen:

Die mittleren Arsengehalte nehmen in Bayern seit Beginn des Moos-Monitorings stetig ab. Median und Mittelwert der Beprobung 1999 unterbrechen jedoch deutlich den Trend. Höher belastete Messpunkte befinden sich 2001 im Grenzgebiet zu Tschechien (2 Punkte), sie sind jedoch hier, wie auch in Tschechien seit den vergangenen Beprobungen rückläufig.

#### Titan:

Median und mittlere Ti-Gehalte waren 1999 noch um den Faktor 3,5 höher als bei der aktuellen Beprobung. Titan ist eines der Leitparameter für Staubbelastung: durch eine genauere Probenvorbereitung (Mooszipfen) könnten sich die Ti-Gehalte deutlich reduziert haben.

#### Eisen:

Die Zeitreihe der Fe-Wirkung lässt erstmals einen abnehmenden Trend erkennen. Deutliche Abnahme der beiden Kenngrößen zwischen 1999 und 2001.

#### Quecksilber:

Median und Mittelwert nehmen zwischen 1999 und 2001 deutlich ab.

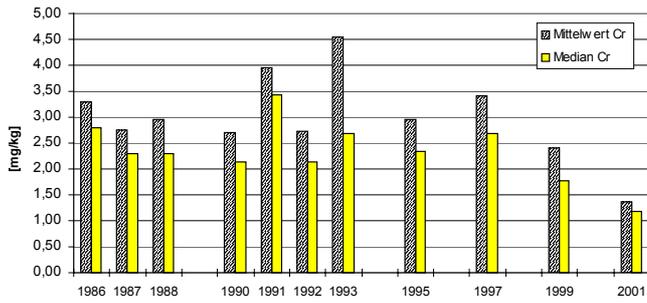


Abb. 2.2.4-5: Bayernweiter mittlerer Cr-Gehalt und Median in *Hypnum cupressiforme*

**Chrom:**

Bei Median und Mittelwert der Cr-Gehalte ist seit 1997 ein deutlicher Rückgang festzustellen.

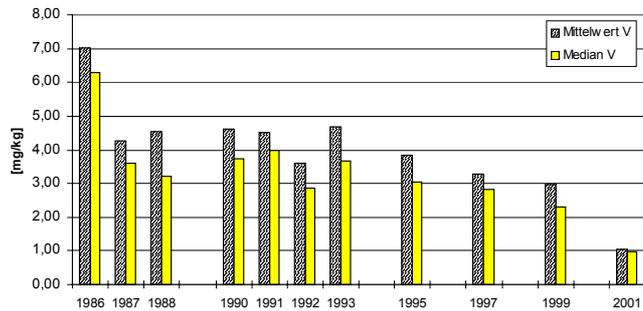


Abb. 2.2.4-6: Bayernweiter mittlerer V-Gehalt und Median in *Hypnum cupressiforme*

**Vanadium:**

Seit der Beprobung 1993 lässt sich für den Mittelwert und den Median der V-Gehalte ein deutlich abnehmender Trend erkennen.

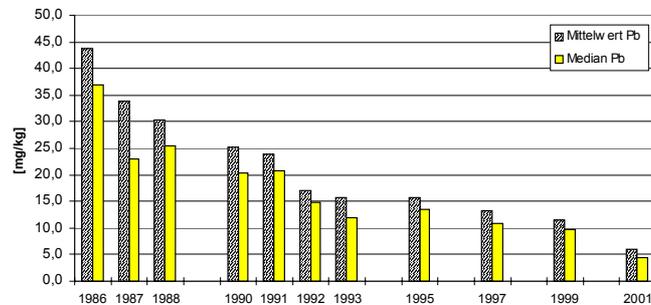


Abb. 2.2.4-7: Bayernweiter mittlerer Pb-Gehalt und Median in *Hypnum cupressiforme*

**Blei:**

Die veränderte Emissionssituation beim Schwermetall Blei (bleifreie Otto-Kraftstoffe) wird von sinkenden Median und Mittelwert im Moos nachgezeichnet.

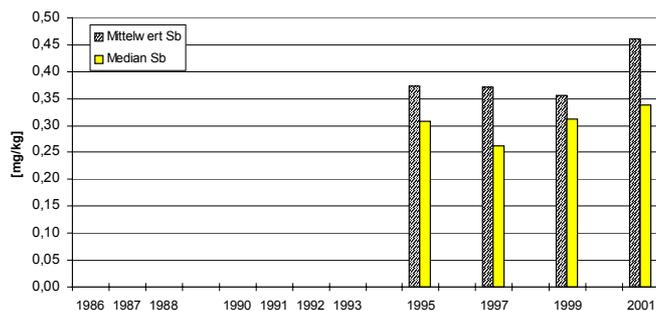


Abb. 2.2.4-8: Bayernweiter mittlerer Sb-Gehalt und Median in *Hypnum cupressiforme*

**Antimon:**

Die Zeitreihe der Sb-Gehalte weist folgende Besonderheiten auf: Mittelwert und Median unterscheiden sich deutlich, dies spricht für höhere Gehalte an wenigen stärker belasteten Standorten. Waren 1999 noch deutliche regionale Schwerpunkte festzumachen, so streuen 2001 stärker belastete Standorte über gesamt Bayern.

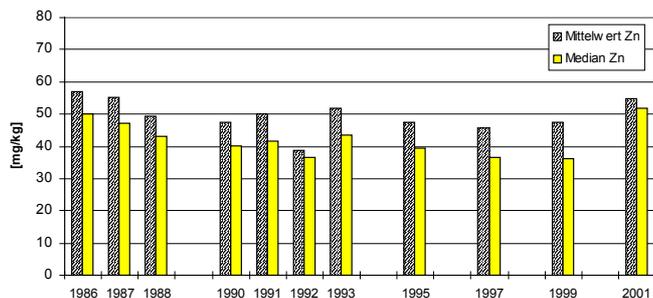


Abb. 2.2.4-9: Bayernweiter mittlerer Zn-Gehalt und Median in *Hypnum cupressiforme*

### Zink:

Zink ist eines der wenigen Elemente, deren Gehalte seit ca. 6 Jahren relativ stabil blieben: der Median schwankte um 40 mg/kg, der Mittelwert um 50 mg/kg. 2001 sind beide Kenngrößen deutlich gestiegen.

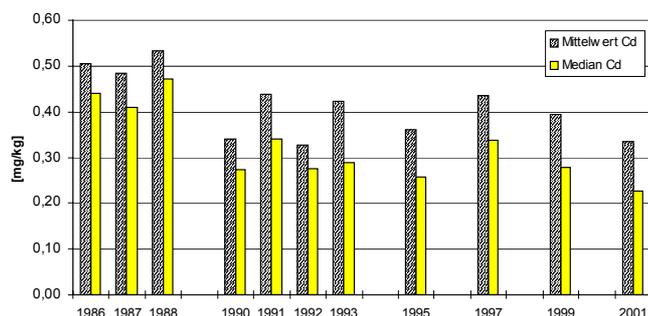


Abb. 2.2.4-10: Bayernweiter mittlerer Cd-Gehalt und Median in *Hypnum cupressiforme*

### Cadmium:

Die mittleren Cd-Gehalte und der Median sind zwischen 1997 und 2001 deutlich gesunken. Auffällig ist weiterhin der deutliche Unterschied zwischen Mittelwert und Median (siehe Antimon).

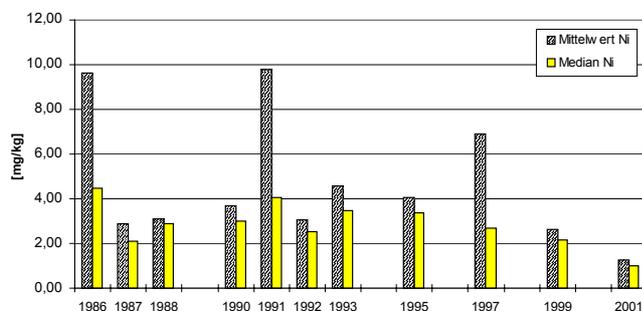


Abb. 2.2.4-11: Bayernweiter mittlerer Ni-Gehalt und Median in *Hypnum cupressiforme*

### Nickel:

Trendabschätzungen der mittleren Ni-Gehalte und des Medians lassen seit 1993 eine kontinuierliche Abnahme erkennen. Dieser Eindruck wird durch einen überdurchschnittlich hohen Mittelwert 1997 getrübt (ähnlich 1986 und 1991).

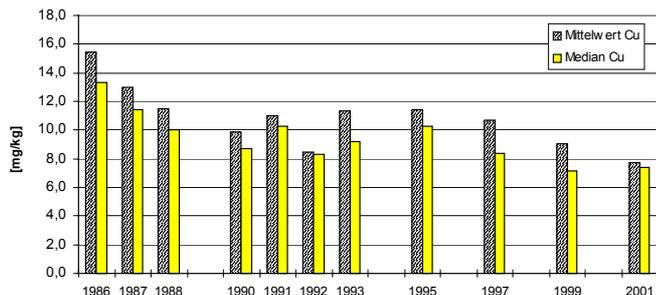


Abb. 2.2.4-12: Bayernweiter mittlerer Cu-Gehalt und Median in *Hypnum cupressiforme*

### Kupfer:

Die Zeitreihe des Medians und des Mittelwertes der Cu-Immissionen zeigte bis 1997 einen ähnlichen Verlauf wie die Zn-Zeitreihe. Median und Mittelwert sind zwischen 1995 und 1999 tendenziell gefallen. Der Median der Beprobung 2001 ist leicht angestiegen, der ehemals deutliche Unterschied zum Mittelwert fehlt.

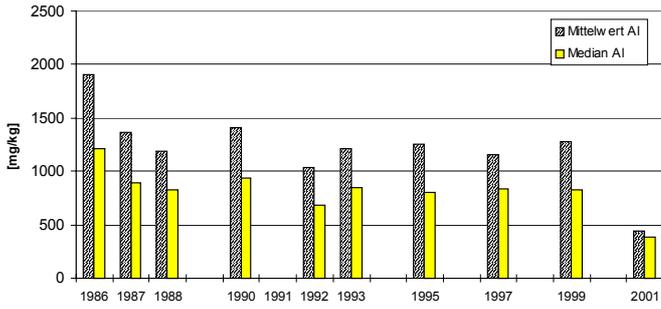


Abb. 2.2.4-13: Bayernweiter mittlerer Al-Gehalt und Median in *Hypnum cupressiforme*

**Aluminium:**

Median und Mittelwert der Aluminiumgehalte lassen weder einen eindeutig steigenden noch fallenden Trend erkennen, sie sind bis 1999 eher durch relative Stabilität gekennzeichnet. 2001 wurden von den beiden Parametern deutlich niedrigere Al-Gehalte im Moos nachgezeichnet. (siehe Titan)

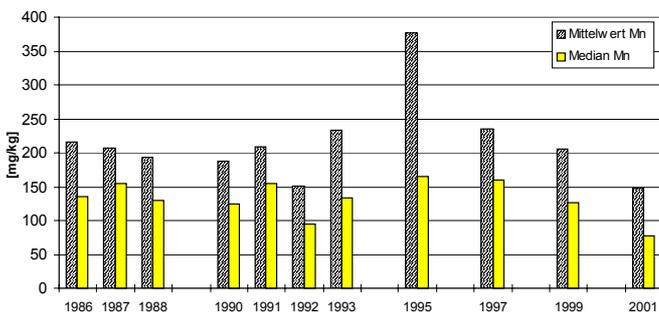


Abb. 2.2.4-14: Bayernweiter mittlerer Mn-Gehalt und Median in *Hypnum cupressiforme*

**Mangan:**

Ab 1995 lassen sich für Median und Mittelwert der Mangangehalte deutlich fallende Trends ableiten. Der Mittelwert liegt auffallend höher als der Median (schwankt um den Faktor 1,5 bis 2).

Die mittleren Nickelgehalte der Beprobung 1997 lagen wie bereits in den Jahren 1986 und 1991 deutlich über dem Median, auf einem unerklärlich hohen Niveau. Hierfür scheinen weniger Probleme bei der Analytik als vielmehr die Qualität der Probenvorbereitung verantwortlich zu sein. Erfahrungen aus der Probenahme 2001 belegen, dass sich etwaige Kontaminationen vermeiden lassen, wenn das „Zupfen“ der Moosprobe (grüner 2-Jahreszuwachs) unter großer Sorgfalt erfolgt.

## 3 Aktives Monitoring an Dauerbeobachtungsstationen

### 3.1 Metalluntersuchungen mit dem Welschen Weidelgras

Im Vergleich zu 1998/99, sind an allen Dauerbeobachtungsstationen im Allgemeinen geringere Elementgehalte in der Graskultur zu finden. Bei langjähriger Betrachtung fällt jedoch auf, dass die Arsengehalte an den meisten Stationen tendenziell ansteigen. Nach wie vor werden an der DBS München die höchsten Metallanreicherungen festgestellt: insbesondere die Elemente Kupfer, Kobalt, Nickel und Antimon deuten auf eine anhaltend hohe Belastung aus dem Kraftfahrzeugverkehr hin.

#### 3.1.1 Einleitung

Die Immissionswirkung (Anreicherung) von Schwermetallen und Spurenelementen aus der Luft lässt sich mit Hilfe der standardisierten Graskultur [VDI, 2003] ermitteln. Dabei kommt das Welsche Weidelgras (*Lolium multiflorum italicum* Sorte *Lema*) zum Einsatz, eine der wichtigsten Nutzgrasarten [UMEG, 1997]. Die Beschaffenheit des Grasbüschels mit entsprechend großer Oberfläche begünstigt das Anhaften sowie teilweise die Aufnahme der herantransportierten Staubpartikel und Schadstoffe.

#### 3.1.2 Methoden

Die ausführliche Beschreibung von Anzucht, Exposition und Probenahme der Weidelgraskulturen sowie der Probenaufbereitung ist in früheren Jahresberichten zusammengefasst. Die Methoden wurden wie folgt geändert: bis einschl. 1999 erfolgte die Anzucht und Exposition nach VDI 3792/ 1 von 1978 [VDI, 1978], ab 2000 wurden die Pflanzen aufgezogen und beprobt wie in der 2003 veröffentlichten Richtlinie VDI 3957/ Blatt 2 [VDI, 2003].



Bild 3.1.2 –1: Kleine Weidelgraskulturen bei der Exposition (nach VDI 3957/ Blatt 2)

Die Exposition der Graskultur erfolgte nach folgendem Schema:

<b>1999</b>	Exponate	Zeitraum	Expositionszeit
<b>Kleine Graskultur</b> (Topf-Innendurchmesser <b>13</b> cm)	<b>2 je Serie</b>	<b>10 Serien</b> Mai bis Oktober	<b>14- tägig</b>
<b>Große Graskultur</b> (Topf-Innendurchmesser <b>18</b> cm)	<b>1 je Serie</b>	<b>5 Serien</b> Mai bis Oktober	<b>28- tägig</b>

<b>2000 und 2001</b>	Exponate	Zeitraum	Expositionszeit
<b>Kleine Graskultur</b> (Topf-Innendurchmesser <b>14</b> cm)	<b>1 je Serie</b>	<b>5 Serien</b> Mai bis Oktober	<b>28- tägig</b>
<b>Große Graskultur</b> (Topf-Innendurchmesser <b>18</b> cm)	<b>1 je Serie</b>	<b>5 Serien</b> Mai bis Oktober	<b>28- tägig</b>

Untersucht wurden Arsen (As) und die Spuren- und Schwermetalle Aluminium (Al), Cadmium (Cd), Kobalt (Co), Chrom (Cr), Kupfer (Cu), Eisen (Fe), Mangan (Mn), Nickel (Ni), Blei (Pb), Platin (Pt), Antimon (Sb), Thallium (Tl), Titan (Ti), Vanadium (V) und Zink (Zn), seit 2000 Quecksilber (Hg), und seit 2001 auch Molybdän (Mo).

#### Verfügbarkeit von Datensätzen am jeweiligen Standort

seit 1993	seit 1994	seit 1995	seit 1998
Eining <b>DBS 201</b> Scheyern <b>DBS 202</b> Grassau <b>DBS 203</b>	München <b>DBS 204</b>	Weibersbrunn <b>DBS 205</b> Weißenstadt <b>DBS 206</b>	Augsburg <b>DBS 207</b> Bidingen <b>DBS 208</b>

#### Beprobung der kleinen Graskulturen 1999

Analog der Beprobung 1998 wurden auch 1999 an allen Dauerbeobachtungsstationen (DBS) die beiden Exponate der kleinen Graskultur zu einer Mischprobe vereint. Anschließend wurden von den so gewonnen Proben jeweils zwei aufeinanderfolgende Serien gewichtsgleich zu 4-Wochen-Mischproben zusammengefasst, sodass der Analysenwert im Normalfall auf vier gleichbehandelten Graskulturen beruht.

1.-2. Serie	3.-4. Serie	5.-6. Serie	7.-8. Serie	9.-10. Serie
19.05. - 16.06.99	16.06. - 14.07.99	14.07. - 11.08.99	11.08. - 08.09.99	08.09. - 06.10.99

**Beprobung der kleinen Graskulturen 2000**

Ab 2000 wurde die standardisierte Graskultur gemäß den Empfehlungen nach VDI 3957/ Blatt 2 vom Januar 2003 beprobt<sup>3</sup>: 4-wöchige Exposition von Kulturen mit 14 cm Topf-Durchmesser.

1. Serie	2. Serie	3. Serie	4. Serie	5. Serie
17.05. - 14.06.00	14.06. - 12.07.00	12.07. - 09.08.00	09.08. - 06.09.00	06.09. - 04.10.00

**Beprobung der kleinen Graskulturen 2001**

1. Serie	2. Serie	3. Serie	4. Serie	5. Serie
16.05. - 13.06.01	13.06. - 11.07.01	11.07. - 08.08.01	08.08. - 05.09.01	05.09. - 03.10.01

**Beprobungsplan der großen Graskulturen 1999**

Die großen Graskulturen werden zum Vergleich mit früheren, eigenen Untersuchungen herangezogen. Die bereits in vorangegangenen Untersuchungen festgestellten von einander abweichenden Anreicherungsdaten, beruhen auf dem unterschiedlichen Wuchsverhalten großer und kleiner Grasbüschel (Biomasse-Zunahme), der unterschiedlich langen Expositionszeit (Abwaschungen, Verwehungen möglich) und veränderter Anströmbarkeit der Grasblätter.

1. Serie	2. Serie	3. Serie	4. Serie	5. Serie
19.05. - 16.06.99	16.06. - 14.07.99	14.07. - 11.08.99	11.08. - 08.09.99	08.09. - 06.10.99

**Beprobungsplan der großen Graskulturen 2000**

Obwohl seit 2000 auch die kleine Graskultur im 4-wöchigen Rhythmus beprobt wird, erfolgte weiterhin die Exposition der großen Graskultur („Scheitelprobe“) zu Vergleichszwecken (z.B. mit Bio-monitoringprogrammen an Müllverbrennungsanlagen).

1. Serie	2. Serie	3. Serie	4. Serie	5. Serie
17.05. - 14.06.00	14.06. - 12.07.00	12.07. - 09.08.00	09.08. - 06.09.00	06.09. - 04.10.00

**Beprobungsplan der großen Graskulturen 2001**

1. Serie	2. Serie	3. Serie	4. Serie	5. Serie
16.05. - 13.06.01	13.06. - 11.07.01	11.07. - 08.08.01	08.08. - 05.09.01	05.09. - 03.10.01

<sup>3</sup> 2000 lag bereits ein entsprechender Richtlinienentwurf vor

**Ausschluss von Proben und Analysewerten**

Die Graskulturen müssen eine Biomasse von mindestens 1,0 g Trockensubstanz je Topf liefern, anderenfalls werden die Proben verworfen.

**1999:** Von insgesamt 80 Proben kleiner Graskulturen (8 DBS á 10 Serien) wiesen 8 Proben eine Biomasse < 1,0 g TS auf. Sie wurden daher von der weiteren Auswertung ausgeschlossen.

**2000:** Im Jahr 2000 war von allen kleinen Kulturen genügend Biomasse zur Analyse vorhanden. Bei der großen Graskultur konnte nur die 2. Serie an der Station München nicht beprobt werden.

**2001:** Von 40 möglichen Proben kleiner Graskultur (8 DBS á 5 Serien) mussten 3 Exponate verworfen werden (Biomasse < 1,0 g TS in 5. Serie). Das gleiche gilt für die große Graskultur: auch hier wurden 4 Exponate aus der 5. Serie verworfen. Der Grund für den geringen Biomassezuwachs in der 5. Serie, war der Witterungsverlauf im September (zu kühl!).

**Anzahl der auswertbaren Serien der kleinen Graskultur**

	Maximal	Ein	Shy	Gra	Mün	Wbb	Wßs	Aug	Bid
<b>1999</b>	10	9	9	8	9	10	9	9	9
<b>2000</b>	5	5	5	5	5	5	5	5	5
<b>2001</b>	5	5	4	5	4	5	5	5	4

**Anzahl der auswertbaren Serien der großen Graskultur**

	Maximal	Ein	Shy	Gra	Mün	Wbb	Wßs	Aug	Bid
<b>1999</b>	5	5	5	5	5	5	5	5	5
<b>2000</b>	5	5	5	5	4	5	5	5	5
<b>2001</b>	5	5	4	4	4	5	4	5	5

**Analytische Nachweisgrenzen (NWG) und Nachweis von Metallen und Spurenelementen in Graskulturen (mg/kg TS) bis 1999**

Al	As	Cd	Co	Cr	Cu	Fe	Hg	Mn	Ni	Pb	Pt	Sb	Tl	Ti	V	Zn
3,5	0,1	0,01	0,01	0,2	0,1	3,5		0,1	0,1	0,1	0,02	0,005	0,02	0,2	0,1	0,2
+	+	+	+	+	+	+	n.b.	+	+	+	n.b.	+	-/+	+	-/+	+

+: analytisch bestimmt; -/+: mehrheitlich analytisch nicht bestimmt n.b.: nicht bestimmt

**Analytische Nachweisgrenzen (NWG) und Nachweis von Metallen und Spurenelementen in Graskulturen (mg/kg TS) ab 2000**

Al	As	Cd	Co	Cr	Cu	Fe	Hg	Mn	Mo	Ni	Pb	Pt	Sb	Tl	Ti	V	Zn
0,4	0,07	0,007	0,004	0,2	0,04	4,0	0,008	0,04	0,002	0,07	0,02	0,0004	0,002	0,0004	0,2	0,07	0,2
+	+	+	+	+	+	+	-/+	+	+	+	+	n.b.	+	+	+	-/+	+

+: analytisch bestimmt; -/+: mehrheitlich analytisch nicht bestimmt n.b.: nicht bestimmt,

Mo seit 2001

Wie in den Beprobungen vorangegangener Jahre, konnte auch 1999 Vanadium und Thallium nicht in allen Serien analytisch bestimmt werden. Quecksilber konnte 2001 nur in wenigen Proben analytisch bestimmt werden. Platin (Pt) konnte in keinem Jahr bestimmt werden.

### 3.1.3 Bewertungsgrundlagen

Das Bewertungsschema für das Metall - Biomonitoring mit der standardisierten Graskultur leitet sich von der Betrachtung folgender Themenfelder ab:

- dem Vergleich der Immissionswirkungen an unterschiedlichen Standorten (über den sog. *Standortmittelwert*)
- der Berechnung eines Schwellenwertes (SW) aus den Hintergrundwerten der Dauerbeobachtungsstationen, als Maß für einen signifikanten Immissionseinfluss. Das Schema wurde bereits detailliert beschrieben in: [BAYLFU, 2001]

Das Schema berücksichtigt witterungsbedingte Einflüsse. Ihm liegt folgende Annahme zugrunde: Die Unterschiede der Immissionswirkungen *zwischen den DBS im Zeitraum einer Serie* müssen kleiner sein als zwischen den Immissionswirkungen einer *Abfolge von Serien an einem Standort*. Ein je Serie bzw. Jahr und Element berechneter Schwellenwert (SW) soll Hintergrundwerte von „echten“ Immissionswirkungen unterscheiden (Hintergrundwert < Schwellenwert < „echte Immissionswirkung“). Die Berechnung des Schwellenwertes (SW) erfolgt in Anlehnung an [ERHARDT, ET AL., 1996] nach folgenden Schritten:

Analysenergebnisse kleiner der analytischen Nachweisgrenze (NWG) werden als „Werte“ in Höhe der halben NWG einbezogen. Pro Serie werden die Werte aller Stationen auf Eignung zur Berechnung eines bayernweiten Schwellenwertes (SW) überprüft: man berechnet einen „Filterwert“ (Serien - MW + 1,96-fache STABW) und vergleicht diesen mit den Werten der jeweiligen Serie. Serienwerte über dem „Filterwert“, werden als nicht geeignet markiert („Ungeeignete“) und aus der weiteren, serienweisen Berechnung ausgeschlossen. Dieser Rechenschritt wird solange wiederholt, bis kein Wert mehr über dem Filterwert der jeweiligen Serie liegt.

Aus diesem gefilterten Datensatz werden Serienmittelwerte „über alle Standorte“ berechnet. Für die Berechnung des *Standortmittelwertes* (Jahres - DBS - Mittelwert) werden die „ungeeigneten Werte“ jedoch mit einbezogen, da sie *standorttypische* Einflüsse widerspiegeln können.

Auf dem weiteren Rechenweg zum Schwellenwert werden die Unterschiede innerhalb der Serien durch eine „Transformation“ dargestellt: pro Serie werden die Differenzen der Einzelwerte von ihrem Serien - MW gebildet und deren STABW vom Serien - MW berechnet.

So ergibt sich der Schwellenwert für jede Serie (Serien - SW) dann aus dem Serien - MW plus 3-fache STABW der Einzeldifferenzen (transformierte Werte). Einen mittleren Jahres - Schwellenwert (SW) zur Beurteilung von Standort - Jahresmitteln berechnet man schließlich aus dem Mittelwert der Serien - MW plus 3-fache STABW der transformierten Werte aller Standorte geteilt durch die n-te Wurzel (n = Anzahl der Expositionsserien).

$$\frac{MW(\text{Serien} - MW) + 3 * STABW \text{ (der transformierten Werte)}}{\sqrt{n}}$$

### 3.1.4 Ergebnisse

Die Auswertung der Immissionswirkungen (Anreicherung in mg/kg TS) von Spurenelementen und Metallen in **kleinen** und **großen Graskulturen** erfolgt je Element in kombinierten Tabellen (**Tab. 3.1.4-1 bis -18**, jeweils **a** bis **c**). Der obere Teil der Tabelle gibt die analytisch bestimmten Rohdaten wieder, wobei Werte kleiner der analytischen Nachweisgrenze ('Kleinschrift') als „Wert“ in Höhe der halben Nachweisgrenze aufgeführt und in die weiteren Berechnungen miteinbezogen werden. Zur Berechnung des **Schwellenwertes** (SW) ungeeignete Werte sind durch Unterstreichen hervorgehoben (Wert). Zur Berechnung des **Standortmittelwertes** werden **standortweise** (waagrecht gelesen) alle Rohdaten einbezogen. Der **Serienmittelwert** wird **serienweise** (senkrecht gelesen) **unter Ausschluss** der unterstrichenen Werte berechnet. Der untere, grau unterlegte Teil der Tabelle gibt die durch **Transformation** berechneten Werte wieder (vgl. Abschnitt 3.1.3 Bewertungsgrundlagen).

Jeweils anschließend an die oben genannten Tabellen folgt eine tabellarische Übersicht der Jahre 1999-2001, (**Tab. 3.1.4-1 bis -17**, jeweils **d**), hier werden zusammengefasst: Schwellenwerte der kleinen bzw. großen Graskultur mit den dazugehörigen maximalen bzw. minimalen Standortmitteln. **Fett gedruckt** sind jene Standortmittelwerte (Stationen), die den jeweils gültigen Schwellenwert überschreiten.

Im **Anhang** verdeutlichen **Punktogramme** die unterschiedlichen **Anreicherungsraten** bei kleiner und großer Graskultur. Die genannten Unterschiede lassen sich auch bei einer standortbezogenen Betrachtung (**Säulendiagramme** im **Anhang**) nachvollziehen.

<b>Definitionen und Abkürzungen</b>	
<b>Serienmittelwert:</b>	arithmetischer Mittelwert von max. 8 Stationen im Bezugszeitraum einer Serie
<b>Standortmittelwert: bis 1999</b>	arithmetischer Mittelwert von max. 10 Serien kleiner Graskulturen (zu 5 Mischproben zusammengefasst) bzw. max. 5 Serien großer Graskulturen pro Jahr pro DBS;
<b>Standortmittelwert: ab 2000</b>	arithmetischer Mittelwert von max. 5 Serien kleiner Graskulturen bzw. max. 5 Serien großer Graskulturen pro Jahr pro DBS;
<b>MW:</b>	Mittelwert aller Serienmittelwerte
<b>STABW pro Serie:</b>	Standardabweichung einzelner Serien
<b>STABW:</b>	Standardabweichung der transformierten Wertematrix
<b>SW pro Serie:</b>	Schwellenwert einzelner Serien
<b>SW:</b>	Schwellenwert für Standortmittelwerte
<b>SW ':</b>	Schwellenwert (ohne Augsburg und München) für Standortmittelwerte
<b>Wbb:</b>	Weibersbrunn
<b>Wßs:</b>	Weißenstadt
<b>Ein:</b>	Eining
<b>Shy:</b>	Scheyern
<b>Gra:</b>	Grassau
<b>Bid:</b>	Bidingen
<b>Aug:</b>	Augsburg
<b>Mün:</b>	München

Tab. 3.1.4- 1a: Schwermetall-Biomonitoring mit standardisierter Graskultur 1999: Arsen

Arsen [mg/kg TS]												
	Weidelgras (klein) 14-tägig					Weidelgras (groß)						
Serien 1999	19.05. - 16.06.	16.06. - 14.07.	11.08. - 08.09.	14.07. - 11.08.	08.09. - 06.10.	Standort-mittelwert	19.05. - 16.06.	16.06. - 14.07.	11.08. - 08.09.	14.07. - 11.08.	08.09. - 06.10.	Standort-mittelwert
Wbb	0,25	0,15	0,19	0,15	0,14	<b>0,18</b>	0,12	0,17	0,24	0,19	0,12	<b>0,17</b>
Wßs	0,25	0,22	<u>TG</u>	0,16	0,13	<b>0,19</b>	0,10	0,14	0,22	0,25	0,15	<b>0,17</b>
Ein	<u>0,54</u>	0,23	0,25	0,19	<u>TG</u>	<b>0,30</b> *	0,13	0,21	0,17	0,22	<u>0,23</u>	<b>0,19</b>
Shy	0,25	0,17	0,24	0,16	<u>TG</u>	<b>0,20</b>	0,13	0,23	0,21	0,18	0,11	<b>0,17</b>
Gra	<u>TG</u>	0,19	0,19	0,12	<u>TG</u>	<b>0,17</b>	0,12	0,19	0,19	0,14	0,12	<b>0,15</b>
Bid	<u>0,29</u>	0,13	0,19	0,14	<u>TG</u>	<b>0,18</b>	<u>0,05</u>	0,17	0,15	0,10	0,11	<b>0,12</b>
Aug	0,25	0,15	0,22	0,14	<u>TG</u>	<b>0,19</b>	<u>0,05</u>	0,14	0,19	0,17	0,15	<b>0,14</b>
Mün	0,25	0,18	0,15	<u>0,05</u>	<u>TG</u>	<b>0,16</b>	<u>0,05</u>	0,14	0,23	0,12	<u>0,05</u>	<b>0,12</b>
Serienmittelwert	<b>0,25</b>	<b>0,18</b>	<b>0,20</b>	<b>0,14</b>	<b>0,14</b>		<b>0,09</b>	<b>0,17</b>	<b>0,20</b>	<b>0,17</b>	<b>0,12</b>	
nach Transformation												
STABW pro Serie	<b>0,00</b>	<b>0,04</b>	<b>0,03</b>	<b>0,04</b>	<b>0,01</b>		<b>0,04</b>	<b>0,04</b>	<b>0,03</b>	<b>0,05</b>	<b>0,03</b>	
SW pro Serie	<b>0,25</b>	<b>0,29</b>	<b>0,31</b>	<b>0,26</b>	<b>0,16</b>		<b>0,20</b>	<b>0,28</b>	<b>0,30</b>	<b>0,32</b>	<b>0,22</b>	
Berechnung eines Schwellenwertes zur Betrachtung von Standortmittelwerten												
STABW aller transformierten Werte						<b>0,03</b>						<b>0,04</b>
MW aller Serienmittelwerte						<b>0,18</b>						<b>0,15</b>
<b>SW</b>						<b>0,22</b>						<b>0,20</b>

<b>fett = berechnete Werte</b>
<b>fett + kursiv = neu berechneter MW</b>
grau unterlegt = nach Transformationsschritten berechnete Werte
Kleinschrift = Werte halber Nachweisgrenze
<u>unterstrichen</u> = zur Berechnung des Serienmittelwertes und des SW ungeeigneter Wert
Wert <u>nur</u> bei der Berechnung der Standortmittelwerte berücksichtigt
<u>TG</u> = Trockengewichtsgrenze von 1,0 g je Probentopf unterschritten, Probe verworfen
* = Standortmittelwert übertrifft SW

Tab. 3.1.4- 1b: Schwermetall-Biomonitoring mit standardisierter Graskultur 2000: Arsen

Arsen [mg/kg TS]												
	Weidelgras (klein)					Weidelgras (groß)						
Serien 2000	17.05. - 14.06.	14.06. - 12.07.	12.07. - 09.08.	09.08. - 06.09.	06.09. - 06.10.	Standort-mittelwert	17.05. - 14.06.	14.06. - 12.07.	12.07. - 09.08.	09.08. - 06.09.	06.09. - 06.10.	Standort-mittelwert
Wbb	0,13	0,16	0,15	0,15	<u>0,035</u>	<b>0,12</b>	0,22	0,19	0,12	0,13	0,08	<b>0,15</b>
Wßs	0,23	0,10	0,12	0,19	0,10	<b>0,15</b>	0,21	0,15	0,09	0,15	0,11	<b>0,14</b>
Ein	0,25	0,23	<u>0,25</u>	0,23	0,09	<b>0,21</b>	0,30	0,34	<u>0,27</u>	0,22	<u>0,09</u>	<b>0,24</b> *
Shy	0,34	0,26	0,15	0,17	<u>0,035</u>	<b>0,19</b>	0,27	<u>0,26</u>	0,14	0,16	0,08	<b>0,18</b>
Gra	0,29	0,19	0,14	0,20	0,11	<b>0,19</b>	0,29	0,23	<u>0,13</u>	0,17	0,09	<b>0,18</b>
Bid	0,21	0,25	0,18	0,12	0,10	<b>0,17</b>	0,20	0,30	0,15	0,16	0,11	<b>0,18</b>
Aug	0,37	0,19	0,14	0,14	0,08	<b>0,18</b>	0,24	0,18	0,13	0,12	0,09	<b>0,15</b>
Mün	0,20	0,21	0,14	0,10	<u>0,035</u>	<b>0,14</b>	0,15		0,09	0,11	<u>0,035</u>	<b>0,10</b>
Serienmittelwert	<b>0,25</b>	<b>0,20</b>	<b>0,15</b>	<b>0,16</b>	<b>0,07</b>		<b>0,23</b>	<b>0,24</b>	<b>0,12</b>	<b>0,15</b>	<b>0,09</b>	
nach Transformation												
STABW pro Serie	<b>0,08</b>	<b>0,05</b>	<b>0,02</b>	<b>0,04</b>	<b>0,03</b>		<b>0,05</b>	<b>0,07</b>	<b>0,02</b>	<b>0,03</b>	<b>0,02</b>	
SW pro Serie	<b>0,48</b>	<b>0,35</b>	<b>0,20</b>	<b>0,29</b>	<b>0,17</b>		<b>0,38</b>	<b>0,43</b>	<b>0,19</b>	<b>0,25</b>	<b>0,15</b>	
Berechnung eines Schwellenwertes zur Betrachtung von Standortmittelwerten												
STABW aller transformierten Werte						<b>0,05</b>						<b>0,04</b>
MW aller Serienmittelwerte						<b>0,17</b>						<b>0,17</b>
<b>SW</b>						<b>0,23</b>						<b>0,22</b>

Tab. 3.1.4- 1c: Schwermetall-Biomonitoring mit standardisierter Graskultur 2001: Arsen

Arsen [mg/kg TS]												
Serien 2001	Weidelgras (klein)						Weidelgras (groß)					
	16.05. - 13.06.	13.06. - 11.07.	11.07. - 08.08.	08.08. - 05.09.	05.09. - 03.10.	Standort-mittelwert	16.05. - 13.06.	13.06. - 11.07.	11.07. - 08.08.	08.08. - 05.09.	05.09. - 03.10.	Standort-mittelwert
Wbb	0,18	0,30	0,30	0,22	0,04	<b>0,21</b>	<u>0,28</u>	0,40	0,31	0,21	0,04	<b>0,24</b>
Wßs	0,11	0,28	0,26	0,17	0,04	<b>0,17</b>	0,12	0,48	0,25	0,18		<b>0,26</b>
Ein	0,25	0,28	0,31	0,25	0,08	<b>0,23</b>	0,19	0,35	0,32	0,24	0,04	<b>0,23</b>
Shy	0,20	0,35	0,31	0,15	<u>TG</u>	<b>0,25</b> *	0,14	0,37	0,31	0,21	<u>TG</u>	<b>0,26</b>
Gra	0,24	0,31	0,23	0,15	0,09	<b>0,21</b>	0,17	0,38	0,27	0,13	<u>TG</u>	<b>0,24</b>
Bid	0,22	0,30	0,21	0,12	<u>TG</u>	<b>0,21</b>	0,15	0,21	0,30	0,13	0,04	<b>0,17</b>
Aug	0,23	0,27	0,27	0,14	0,08	<b>0,20</b>	0,20	0,36	0,32	0,12	0,04	<b>0,21</b>
Mün	0,18	<u>0,42</u>	0,27	0,10	<u>TG</u>	<b>0,24</b>	0,13	0,36	0,34	0,09	<u>TG</u>	<b>0,23</b>
Serienmittelwert	<b>0,20</b>	<b>0,30</b>	<b>0,27</b>	<b>0,16</b>	<b>0,06</b>		<b>0,16</b>	<b>0,36</b>	<b>0,30</b>	<b>0,16</b>	<b>0,04</b>	
nach Transformation												
STABW pro Serie	0,04	0,03	0,04	0,05	0,03		0,03	0,07	0,03	0,05	0,00	
SW pro Serie	0,33	0,38	0,38	0,31	0,14		0,25	0,58	0,39	0,32	0,04	
Berechnung eines Schwellenwertes zur Betrachtung von Standortmittelwerten												
STABW aller transformierten Werte						0,04						
MW aller Serienmittelwerte						0,20						
<b>SW</b>						<b>0,25</b>						<b>0,26</b>

Tab. 3.1.4- 1d: Schwermetall-Biomonitoring Zusammenfassung: Arsen [mg/kg TS]

As	Kleine Graskultur					Große Graskultur				
	SW	max. Standortmittel	min. Standortmittel			SW	max. Standortmittel	min. Standortmittel		
1999	0,22	<b>0,30</b> Ein	0,16	Mün		0,20	0,19 Ein	0,12	Bid Mün	1999
2000	0,23	0,21 Ein	0,12	Wbb		0,22	<b>0,24</b> Ein	0,10	Mün	2000
2001	0,25	<b>0,25</b> Shy	0,17	Wßs		0,26	0,26 Shy Wßs	0,17	Bid	2001

**fett** = Station übertrifft den Schwellenwert SW

Tab. 3.1.4-2a: Schwermetall-Biomonitoring mit standardisierter Graskultur 1999: Cadmium

Cadmium [mg/kg TS]												
	Weidelgras (klein) 14-tägig						Weidelgras (groß)					
Serien 1999	19.05. - 16.06.	16.06. - 14.07.	11.08. - 08.09.	14.07. - 11.08.	08.09. - 06.10.	Standort-mittelwert	19.05. - 16.06.	16.06. - 14.07.	11.08. - 08.09.	14.07. - 11.08.	08.09. - 06.10.	Standort-mittelwert
Wbb	0,05	0,08	0,11	0,09	0,13	<b>0,09</b>	0,03	0,04	0,06	0,06	0,06	<b>0,05</b>
Wßs	0,06	0,07	<u>TG</u>	0,09	0,12	<b>0,09</b>	0,04	0,05	0,05	0,06	0,06	<b>0,05</b>
Ein	0,09	0,08	0,09	0,10	<u>TG</u>	<b>0,09</b>	0,04	0,07	0,05	0,06	0,08	<b>0,06</b>
Shy	0,07	0,10	0,12	0,11	<u>TG</u>	<b>0,10</b>	0,03	0,05	0,05	0,05	0,07	<b>0,05</b>
Gra	<u>TG</u>	0,10	0,13	0,10	<u>TG</u>	<b>0,11</b>	0,04	0,05	0,05	0,05	0,06	<b>0,05</b>
Bid	0,18	0,03	0,10	0,09	<u>TG</u>	<b>0,10</b>	0,03	0,04	0,05	0,04	0,05	<b>0,04</b>
Aug	0,05	0,08	0,11	0,09	<u>TG</u>	<b>0,08</b>	0,04	0,04	0,06	0,04	0,06	<b>0,05</b>
Mün	0,24	<u>0,33</u>	0,15	<u>0,13</u>	<u>TG</u>	<b>0,21</b> *	<u>0,17</u>	<u>0,09</u>	<u>0,08</u>	<u>0,08</u>	0,08	<b>0,10</b> *
Serienmittelwert	<b>0,11</b>	<b>0,08</b>	<b>0,11</b>	<b>0,10</b>	<b>0,13</b>		<b>0,03</b>	<b>0,05</b>	<b>0,05</b>	<b>0,05</b>	<b>0,06</b>	
nach Transformation												
STABW pro Serie	<b>0,08</b>	<b>0,02</b>	<b>0,02</b>	<b>0,01</b>	<b>0,00</b>		<b>0,00</b>	<b>0,01</b>	<b>0,01</b>	<b>0,01</b>	<b>0,01</b>	
SW pro Serie	<b>0,33</b>	<b>0,14</b>	<b>0,17</b>	<b>0,12</b>	<b>0,14</b>		<b>0,05</b>	<b>0,08</b>	<b>0,07</b>	<b>0,08</b>	<b>0,10</b>	
Berechnung eines Schwellenwertes zur Betrachtung von Standortmittelwerten												
STABW aller transformierten Werte						<b>0,04</b>						<b>0,01</b>
MW aller Serienmittelwerte						<b>0,10</b>						<b>0,05</b>
<b>SW</b>						<b>0,15</b>						<b>0,06</b>

**fett = berechnete Werte**  
**fett + kursiv = neu berechneter MW**  
 grau unterlegt = nach Transformationsschritten berechnete Werte  
 Kleinschrift = Werte halber Nachweisgrenze  
unterstrichen = zur Berechnung des Serienmittelwertes und des SW ungeeigneter Wert  
 Wert nur bei der Berechnung der Standortmittelwerte berücksichtigt  
TG = Trockengewichtsgrenze von 1,0 g je Probentopf unterschritten, Probe verworfen  
 \* = Standortmittelwert übertrifft SW

Tab. 3.1.4-2b: Schwermetall-Biomonitoring mit standardisierter Graskultur 2000: Cadmium

Cadmium [mg/kg TS]												
	Weidelgras (klein)						Weidelgras (groß)					
Serien 2000	17.05. - 14.06.	14.06. - 12.07.	12.07. - 09.08.	09.08. - 06.09.	06.09. - 06.10.	Standort-mittelwert	17.05. - 14.06.	14.06. - 12.07.	12.07. - 09.08.	09.08. - 06.09.	06.09. - 06.10.	Standort-mittelwert
Wbb	0,06	0,06	0,06	0,05	0,05	<b>0,06</b>	0,06	0,05	0,05	0,04	0,05	<b>0,05</b>
Wßs	0,04	0,08	0,07	0,04	<u>0,07</u>	<b>0,06</b>	0,05	0,06	0,05	0,05	0,05	<b>0,05</b>
Ein	0,05	0,05	0,07	0,04	0,05	<b>0,05</b>	0,04	0,06	0,08	0,04	<u>0,04</u>	<b>0,05</b>
Shy	<u>0,13</u>	0,08	0,07	0,04	0,06	<b>0,07</b> *	0,04	<u>0,05</u>	0,06	0,03	0,06	<b>0,05</b>
Gra	0,04	0,05	0,05	0,05	0,04	<b>0,05</b>	0,04	0,06	<u>0,05</u>	0,04	0,04	<b>0,05</b>
Bid	0,04	0,05	0,05	0,03	0,05	<b>0,04</b>	0,05	0,05	0,05	0,04	0,05	<b>0,05</b>
Aug	0,03	0,04	0,05	0,05	0,05	<b>0,04</b>	0,04	0,04	0,05	0,04	0,06	<b>0,05</b>
Mün	0,06	0,06	0,09	<u>0,07</u>	<u>0,09</u>	<b>0,08</b> *	0,05		0,09	0,05	<u>0,07</u>	<b>0,07</b> *
Serienmittelwert	<b>0,05</b>	<b>0,06</b>	<b>0,06</b>	<b>0,04</b>	<b>0,05</b>		<b>0,05</b>	<b>0,05</b>	<b>0,06</b>	<b>0,04</b>	<b>0,05</b>	
nach Transformation												
STABW pro Serie	<b>0,01</b>	<b>0,01</b>	<b>0,02</b>	<b>0,01</b>	<b>0,01</b>		<b>0,01</b>	<b>0,01</b>	<b>0,02</b>	<b>0,01</b>	<b>0,01</b>	
SW pro Serie	<b>0,08</b>	<b>0,10</b>	<b>0,11</b>	<b>0,06</b>	<b>0,07</b>		<b>0,07</b>	<b>0,07</b>	<b>0,11</b>	<b>0,06</b>	<b>0,07</b>	
Berechnung eines Schwellenwertes zur Betrachtung von Standortmittelwerten												
STABW aller transformierten Werte						<b>0,01</b>						<b>0,01</b>
MW aller Serienmittelwerte						<b>0,05</b>						<b>0,05</b>
<b>SW</b>						<b>0,07</b>						<b>0,06</b>

Tab. 3.1.4-2c: Schwermetall-Biomonitoring mit standardisierter Graskultur 2001: Cadmium

Cadmium [mg/kg TS]												
	Weidelgras (klein)						Weidelgras (groß)					
Serien 2001	16.05. - 13.06.	13.06. - 11.07.	11.07. - 08.08.	08.08. - 05.09.	05.09. - 03.10.	Standort- mittelwert	16.05. - 13.06.	13.06. - 11.07.	11.07. - 08.08.	08.08. - 05.09.	05.09. - 03.10.	Standort- mittelwert
Wbb	0,03	0,04	0,05	0,08	0,13	<b>0,07</b>	0,04	0,06	0,06	0,14	0,13	<b>0,09</b>
Wßs	0,05	0,04	0,04	0,08	0,17	<b>0,08</b>	0,05	0,05	0,04	0,12		<b>0,06</b>
Ein	0,03	0,05	0,06	0,09	0,11	<b>0,07</b>	0,03	0,05	0,06	0,06	0,09	<b>0,06</b>
Shy	0,03	0,03	0,05	0,06	TG	<b>0,04</b>	0,04	0,05	0,06	0,08	TG	<b>0,06</b>
Gra	0,04	0,03	0,05	0,05	0,13	<b>0,06</b>	0,04	0,03	0,05	0,04	TG	<b>0,04</b>
Bid	0,03	0,03	0,04	0,07	TG	<b>0,04</b>	0,04	0,03	0,05	0,07	0,11	<b>0,06</b>
Aug	0,04	0,03	0,04	0,06	0,08	<b>0,05</b>	0,07	0,05	0,05	0,06	0,08	<b>0,06</b>
Mün	0,06	0,04	0,06	0,09	TG	<b>0,06</b>	0,08	0,05	0,08	0,10	TG	<b>0,08</b>
Serienmittelwert	<b>0,04</b>	<b>0,04</b>	<b>0,05</b>	<b>0,07</b>	<b>0,13</b>		<b>0,05</b>	<b>0,05</b>	<b>0,05</b>	<b>0,08</b>	<b>0,10</b>	
nach Transformation												
STABW pro Serie	<b>0,01</b>	<b>0,01</b>	<b>0,01</b>	<b>0,01</b>	<b>0,03</b>		<b>0,02</b>	<b>0,01</b>	<b>0,01</b>	<b>0,03</b>	<b>0,02</b>	
SW pro Serie	<b>0,08</b>	<b>0,06</b>	<b>0,07</b>	<b>0,12</b>	<b>0,22</b>		<b>0,10</b>	<b>0,07</b>	<b>0,08</b>	<b>0,18</b>	<b>0,18</b>	
Berechnung eines Schwellenwertes zur Betrachtung von Standortmittelwerten												
STABW aller transformierten Werte						<b>0,01</b>						<b>0,02</b>
MW aller Serienmittelwerte						<b>0,06</b>						<b>0,07</b>
<b>SW</b>						<b>0,08</b>						<b>0,09</b>

Tab. 3.1.4-2d: Schwermetall-Biomonitoring Zusammenfassung: Cadmium [mg/kg TS]

Cd	Kleine Graskultur					Große Graskultur					
	SW	max. Standortmittel	min. Standortmittel			SW	max. Standortmittel	min. Standortmittel			
1999	0,15	<b>0,21</b>	<b>Mün</b>	0,08	Aug	0,06	<b>0,10</b>	<b>Mün</b>	0,04	Bid	1999
2000	0,07	0,08	Mün	0,04	Bid Aug	0,06	<b>0,07</b>	<b>Mün</b>	0,05	übrigen	2000
2001	0,08	0,08	Wßs	0,04	Shy Bid	0,09	0,09	Wbb	0,04	Gra	2001

**fett** = Station übertrifft den Schwellenwert SW

Tab. 3.1.4-3a: Schwermetall-Biomonitoring mit standardisierter Graskultur 1999: Kobalt

Kobalt [mg/kg TS]												
	Weidelgras (klein) 14-tägig						Weidelgras (groß)					
Serien 1999	19.05. - 16.06.	16.06. - 14.07.	11.08. - 08.09.	14.07. - 11.08.	08.09. - 06.10.	Standort-mittelwert	19.05. - 16.06.	16.06. - 14.07.	11.08. - 08.09.	14.07. - 11.08.	08.09. - 06.10.	Standort-mittelwert
Wbb	1,8	3,3	3,6	2,7	3,7	3,0	0,7	1,9	1,8	1,7	2,0	1,6
Wßs	2,0	3,5	<u>TG</u>	3,0	3,4	2,9	0,4	2,6	2,0	2,0	1,6	1,7
Ein	1,7	4,0	2,9	3,4	<u>TG</u>	3,0	0,4	2,3	1,5	1,3	1,8	1,5
Shy	2,8	5,0	4,4	4,2	<u>TG</u>	4,1	0,7	3,1	2,4	1,9	2,4	2,1
Gra	<u>TG</u>	4,8	4,2	3,2	<u>TG</u>	4,1	0,7	2,2	1,6	1,8	1,8	1,6
Bid	<u>8,61</u>	1,2	3,7	3,4	<u>TG</u>	4,2	0,7	2,2	1,5	1,3	1,5	1,4
Aug	2,1	3,8	4,2	3,4	<u>TG</u>	3,4	0,4	1,8	1,8	1,3	1,6	1,4
Mün	3,4	6,3	<u>6,56</u>	<u>5,45</u>	<u>TG</u>	5,4 *	0,6	3,4	<u>3,66</u>	<u>2,96</u>	2,5	2,6 *
Serienmittelwert	2,3	4,0	3,8	3,3	3,5		0,6	2,5	1,8	1,6	1,9	
nach Transformation												
STABW pro Serie	0,6	1,5	0,5	0,5	0,2		0,2	0,6	0,3	0,3	0,4	
SW pro Serie	4,2	8,5	5,5	4,8	4,3		1,0	4,1	2,8	2,5	3,0	
Berechnung eines Schwellenwertes zur Betrachtung von Standortmittelwerten												
STABW aller transformierten Werte						0,9						0,4
MW aller Serienmittelwerte						3,4						1,7
SW						4,5						2,1

**fett = berechnete Werte**  
**fett + kursiv = neu berechneter MW**  
 grau unterlegt = nach Transformationschritten berechnete Werte  
 Kleinschrift = Werte halber Nachweisgrenze  
unterstrichen = zur Berechnung des Serienmittelwertes und des SW ungeeigneter Wert  
 Wert nur bei der Berechnung der Standortmittelwerte berücksichtigt  
TG = Trockengewichtsgrenze von 1,0 g je Probentopf unterschritten, Probe verworfen  
 \* = Standortmittelwert übertrifft SW

Tab. 3.1.4-3b: Schwermetall-Biomonitoring mit standardisierter Graskultur 2000: Kobalt

Kobalt [mg/kg TS]												
	Weidelgras (klein)						Weidelgras (groß)					
Serien 2000	17.05. - 14.06.	14.06. - 12.07.	12.07. - 09.08.	09.08. - 06.09.	06.09. - 06.10.	Standort-mittelwert	17.05. - 14.06.	14.06. - 12.07.	12.07. - 09.08.	09.08. - 06.09.	06.09. - 06.10.	Standort-mittelwert
Wbb	1,8	2,0	1,3	1,2	1,7	1,6	<u>2,08</u>	2,4	1,7	1,2	2,1	1,9
Wßs	1,5	2,0	1,7	1,6	1,5	1,7	1,7	2,3	1,9	1,7	2,1	1,9
Ein	1,2	1,4	1,2	1,5	1,2	1,3	1,4	1,8	2,2	1,0	<u>2,0</u>	1,7
Shy	1,3	1,6	1,5	1,5	1,4	1,5	1,6	<u>1,8</u>	1,6	1,3	1,9	1,7
Gra	1,4	1,3	1,4	1,6	1,5	1,4	1,6	2,0	<u>1,3</u>	1,7	1,8	1,7
Bid	1,5	1,8	1,3	0,9	1,3	1,4	1,5	1,9	1,6	1,6	2,0	1,7
Aug	1,3	1,2	1,2	1,2	1,2	1,2	1,6	1,7	1,7	1,1	1,7	1,6
Mün	<u>2,81</u>	2,1	1,8	<u>2,36</u>	1,9	2,2 *	<u>2,54</u>		2,5	1,9	2,0	2,2 *
Serienmittelwert	1,4	1,7	1,4	1,4	1,5		1,6	2,0	1,8	1,4	2,0	
nach Transformation												
STABW pro Serie	0,2	0,4	0,2	0,2	0,2		0,1	0,2	0,4	0,3	0,1	
SW pro Serie	2,0	2,7	2,1	2,1	2,2		1,9	2,7	2,9	2,4	2,4	
Berechnung eines Schwellenwertes zur Betrachtung von Standortmittelwerten												
STABW aller transformierten Werte						0,2						0,3
MW aller Serienmittelwerte						1,5						1,7
SW						1,8						2,1

Tab. 3.1.4-3c: Schwermetall-Biomonitoring mit standardisierter Graskultur 2001: Kobalt

Kobalt [mg/kg TS]												
	Weidelgras (klein)						Weidelgras (groß)					
Serien 2001	16.05. - 13.06.	13.06. - 11.07.	11.07. - 08.08.	08.08. - 05.09.	05.09. - 03.10.	Standort-mittelwert	16.05. - 13.06.	13.06. - 11.07.	11.07. - 08.08.	08.08. - 05.09.	05.09. - 03.10.	Standort-mittelwert
Wbb	1,0	1,2	1,7	1,2	1,8	<b>1,4</b>	1,4	1,4	1,7	1,4	2,1	<b>1,6</b>
Wßs	2,0	1,3	1,2	1,6	2,9	<b>1,8</b> *	<u>2,52</u>	1,9	1,3	2,0		<b>2,0</b>
Ein	1,3	1,2	1,3	1,3	2,1	<b>1,5</b>	1,2	1,5	1,5	1,1	2,4	<b>1,6</b>
Shy	1,7	1,3	1,4	1,0	<u>TG</u>	<b>1,4</b>	1,6	1,6	1,8	1,4	<u>TG</u>	<b>1,6</b>
Gra	1,2	1,3	1,3	1,0	1,9	<b>1,3</b>	1,6	1,2	1,3	0,9	<u>TG</u>	<b>1,3</b>
Bid	1,2	1,2	1,1	1,0	<u>TG</u>	<b>1,1</b>	1,7	1,2	1,1	1,5	2,2	<b>1,6</b>
Aug	1,3	1,0	1,2	0,8	2,0	<b>1,3</b>	1,7	1,7	1,2	1,3	1,5	<b>1,5</b>
Mün	<u>2,80</u>	<u>1,70</u>	<u>3,03</u>	<u>2,01</u>	<u>TG</u>	<b>2,4</b> *	<u>3,13</u>	1,7	<u>2,45</u>	2,1	<u>TG</u>	<b>2,4</b> *
Serienmittelwert	<b>1,4</b>	<b>1,2</b>	<b>1,3</b>	<b>1,1</b>	<b>2,2</b>		<b>1,5</b>	<b>1,5</b>	<b>1,4</b>	<b>1,5</b>	<b>2,1</b>	
nach Transformation												
STABW pro Serie	0,3	0,1	0,2	0,3	0,4		0,2	0,3	0,2	0,4	0,4	
SW pro Serie	2,4	1,5	1,9	1,9	3,4		2,1	2,3	2,2	2,7	3,2	
Berechnung eines Schwellenwertes zur Betrachtung von Standortmittelwerten												
STABW aller transformierten Werte						0,3						
MW aller Serienmittelwerte						1,4						1,6
<b>SW</b>						<b>1,8</b>						<b>2,0</b>

Tab. 3.1.4-3d: Schwermetall-Biomonitoring Zusammenfassung: Kobalt [mg/kg TS]

Co	Kleine Graskultur					Große Graskultur				
	SW	max. Standortmittel	min. Standortmittel	SW	max. Standortmittel	min. Standortmittel	SW	max. Standortmittel	min. Standortmittel	SW
1999	4,5	<b>5,4</b> Mün	2,9	Wßs	2,1	<b>2,6</b> Mün	1,4	Bid Aug	1999	
2000	1,8	<b>2,2</b> Mün	1,2	Aug	2,1	<b>2,2</b> Mün	1,6	Aug	2000	
2001	1,8	<b>2,4</b> Mün	1,1	Bid	2,0	<b>2,4</b> Mün	1,3	Gra	2001	

**fett** = Station übertrifft den Schwellenwert SW

Den höchsten Standortmittelwert der Kobaltgehalte in kleinen und großen Graskulturen erreicht jeweils die Station München - sie übertrifft in allen Fällen den gültigen Schwellenwert. Eine Besonderheit fällt bei der Beprobung 1999 auf: der Schwellenwert in kleiner Graskultur ist mehr als doppelt so hoch wie der aus der großen Graskultur – ab 2000 weichen die beiden Werte nur noch geringfügig voneinander ab. Ähnliches gilt für den Vergleich der Standortmittelwerte (Tab. 3.1.4-3a bis 3c). Offenbar lässt sich daraus eine unterschiedliche Anreicherungsrate bei 14-tägiger bzw. 28-tägiger Exposition ableiten. (Siehe auch Punktdiagramme im Anhang).

Tab. 3.1.4-4a: Schwermetall-Biomonitoring mit standardisierter Graskultur 1999: Chrom

Chrom [mg/kg TS]												
	Weidelgras (klein) 14-tägig						Weidelgras (groß)					
Serien 1999	19.05. - 16.06.	16.06. - 14.07.	11.08. - 08.09.	14.07. - 11.08.	08.09. - 06.10.	Standort-mittelwert	19.05. - 16.06.	16.06. - 14.07.	11.08. - 08.09.	14.07. - 11.08.	08.09. - 06.10.	Standort-mittelwert
Wbb	0,6	0,5	0,7	0,5	1,1	<b>0,6</b>	0,5	0,4	0,5	0,6	0,5	<b>0,5</b>
Wßs	0,8	0,8	<u>TG</u>	0,6	0,8	<b>0,7</b>	0,6	0,5	0,4	0,6	0,6	<b>0,5</b>
Ein	0,6	<u>2,04</u>	0,6	0,7	<u>TG</u>	<b>1,0</b> *	0,5	0,7	0,6	0,5	1,4	<b>0,7</b>
Shy	0,8	0,4	0,7	0,6	<u>TG</u>	<b>0,6</b>	0,7	0,5	0,5	0,6	0,7	<b>0,6</b>
Gra	<u>TG</u>	0,4	0,5	0,5	<u>TG</u>	<b>0,5</b>	0,6	0,6	0,6	0,6	0,4	<b>0,5</b>
Bid	<u>1,67</u>	0,5	0,6	0,9	<u>TG</u>	<b>0,9</b> *	0,7	1,5	0,3	0,3	0,7	<b>0,7</b>
Aug	0,8	0,5	0,7	0,5	<u>TG</u>	<b>0,6</b>	0,5	0,5	0,4	0,5	0,8	<b>0,5</b>
Mün	<u>3,78</u>	<u>3,05</u>	<u>1,06</u>	0,8	<u>TG</u>	<b>2,2</b> *	<u>2,74</u>	1,6	0,6	0,6	1,4	<b>1,4</b> *
Serienmittelwert	<b>0,7</b>	<b>0,5</b>	<b>0,6</b>	<b>0,6</b>	<b>1,0</b>		<b>0,6</b>	<b>0,8</b>	<b>0,5</b>	<b>0,5</b>	<b>0,8</b>	
nach Transformation												
STABW pro Serie	0,1	0,1	0,1	0,1	0,2		0,1	0,5	0,1	0,1	0,4	
SW pro Serie	1,1	0,9	0,9	1,1	1,5		0,9	2,2	0,8	0,8	2,0	
Berechnung eines Schwellenwertes zur Betrachtung von Standortmittelwerten												
STABW aller transformierten Werte						0,1						0,3
MW aller Serienmittelwerte						0,7						0,6
<b>SW</b>						<b>0,8</b>						<b>1,0</b>

<b>fett = berechnete Werte</b>
<b>fett + kursiv = neu berechneter MW</b>
grau unterlegt = nach Transformationschritten berechnete Werte
Kleinschrift = Werte halber Nachweisgrenze
<u>unterstrichen</u> = zur Berechnung des Serienmittelwertes und des SW ungeeigneter Wert
Wert <u>nur</u> bei der Berechnung der Standortmittelwerte berücksichtigt
<u>TG</u> = Trockengewichtsgrenze von 1,0 g je Probentopf unterschritten, Probe verworfen
* = Standortmittelwert übertrifft SW

Tab. 3.1.4-4b: Schwermetall-Biomonitoring mit standardisierter Graskultur 2000: Chrom

Chrom [mg/kg TS]												
	Weidelgras (klein)						Weidelgras (groß)					
Serien 2000	17.05. - 14.06.	14.06. - 12.07.	12.07. - 09.08.	09.08. - 06.09.	06.09. - 06.10.	Standort-mittelwert	17.05. - 14.06.	14.06. - 12.07.	12.07. - 09.08.	09.08. - 06.09.	06.09. - 06.10.	Standort-mittelwert
Wbb	0,6	0,3	0,4	0,3	0,5	<b>0,4</b>	0,4	0,5	0,4	<u>1,10</u>	0,4	<b>0,5</b>
Wßs	0,5	0,3	0,5	0,4	<u>1,72</u>	<b>0,7</b> *	0,4	0,3	0,2	0,3	0,3	<b>0,3</b>
Ein	0,4	0,6	0,4	0,5	0,3	<b>0,4</b>	0,9	0,7	0,4	0,4	<u>0,3</u>	<b>0,5</b>
Shy	<u>0,88</u>	0,9	0,6	0,4	0,6	<b>0,7</b> *	0,5	<u>0,5</u>	0,3	0,5	0,5	<b>0,4</b>
Gra	0,4	0,6	<u>0,1</u>	0,3	0,3	<b>0,3</b>	0,7	0,6	<u>0,3</u>	0,4	0,3	<b>0,5</b>
Bid	0,5	0,4	0,3	<u>0,1</u>	0,4	<b>0,3</b>	0,3	0,5	0,3	0,4	0,3	<b>0,4</b>
Aug	0,3	0,4	0,3	0,4	0,5	<b>0,4</b>	0,3	0,4	0,2	0,3	0,4	<b>0,3</b>
Mün	0,6	0,6	0,5	0,5	0,7	<b>0,6</b>	0,7		<u>0,78</u>	0,4	0,5	<b>0,6</b> *
Serienmittelwert	<b>0,5</b>	<b>0,5</b>	<b>0,4</b>	<b>0,4</b>	<b>0,5</b>		<b>0,5</b>	<b>0,5</b>	<b>0,3</b>	<b>0,4</b>	<b>0,4</b>	
nach Transformation												
STABW pro Serie	0,1	0,2	0,1	0,1	0,1		0,2	0,1	0,1	0,1	0,1	
SW pro Serie	0,8	1,2	0,8	0,8	0,9		1,1	0,8	0,5	0,5	0,6	
Berechnung eines Schwellenwertes zur Betrachtung von Standortmittelwerten												
STABW aller transformierten Werte						0,1						0,1
MW aller Serienmittelwerte						0,4						0,4
<b>SW</b>						<b>0,6</b>						<b>0,6</b>

Tab. 3.1.4-4c: Schwermetall-Biomonitoring mit standardisierter Graskultur 2001: Chrom

Chrom [mg/kg TS]												
	Weidelgras (klein)						Weidelgras (groß)					
Serien 2001	16.05. - 13.06.	13.06. - 11.07.	11.07. - 08.08.	08.08. - 05.09.	05.09. - 03.10.	Standort- mittelwert	16.05. - 13.06.	13.06. - 11.07.	11.07. - 08.08.	08.08. - 05.09.	05.09. - 03.10.	Standort- mittelwert
Wbb	0,4	0,3	0,2	0,6	0,5	<b>0,4</b>	0,4	0,3	0,3	0,6	0,7	<b>0,5</b>
Wßs	0,6	0,3	0,3	0,5	0,5	<b>0,4</b>	0,5	0,4	0,4	0,7		<b>0,5</b>
Ein	0,5	0,3	0,5	0,4	0,7	<b>0,5</b>	0,6	0,2	0,3	0,3	0,7	<b>0,4</b>
Shy	0,6	0,3	0,4	0,4	<u>TG</u>	<b>0,4</b>	0,8	0,3	0,3	0,3	<u>TG</u>	<b>0,4</b>
Gra	0,6	0,1	0,3	0,3	1,2	<b>0,5</b>	0,5	0,2	0,2	0,4	<u>TG</u>	<b>0,3</b>
Bid	0,4	0,2	0,4	0,6	<u>TG</u>	<b>0,4</b>	0,1	0,1	0,3	0,5	0,6	<b>0,3</b>
Aug	0,5	0,2	0,6	0,4	0,6	<b>0,5</b>	0,4	0,3	0,4	0,4	0,5	<b>0,4</b>
Mün	0,7	0,3	0,4	0,4	<u>TG</u>	<b>0,5</b>	0,7	0,3	0,5	0,5	<u>TG</u>	<b>0,5</b>
Serienmittelwert	<b>0,5</b>	<b>0,3</b>	<b>0,4</b>	<b>0,4</b>	<b>0,7</b>		<b>0,5</b>	<b>0,3</b>	<b>0,3</b>	<b>0,5</b>	<b>0,6</b>	
nach Transformation												
STABW pro Serie	0,1	0,1	0,1	0,1	0,3		0,2	0,1	0,1	0,2	0,1	
SW pro Serie	0,8	0,5	0,7	0,7	1,6		1,1	0,5	0,6	0,9	0,9	
Berechnung eines Schwellenwertes zur Betrachtung von Standortmittelwerten												
STABW aller transformierten Werte	0,1						0,1					
MW aller Serienmittelwerte	0,5						0,4					
<b>SW</b>	<b>0,6</b>						<b>0,6</b>					

Tab. 3.1.4-4d: Schwermetall-Biomonitoring Zusammenfassung 2001: Chrom [mg/kg TS]

Cr	Kleine Graskultur					Große Graskultur					
	SW	max. Standortmittel	min. Standortmittel			SW	max. Standortmittel	min. Standortmittel			
1999	0,8	<b>2,2</b>	<b>Mün</b>	0,5	Gra	1,0	<b>1,4</b>	<b>Mün</b>	0,5	mehrere	1999
2000	0,6	<b>0,7</b>	<b>Wßs Shy</b>	0,3	Gra Bid	0,6	<b>0,6</b>	<b>Mün</b>	0,3	Wßs Aug	2000
2001	0,6	0,5	mehrere	0,4	mehrere	0,6	0,5	mehrere	0,3	Gra Bid	2001

**fett** = Station übertrifft den Schwellenwert SW

Die Schwellenwerte der Chromgehalte kleiner und großer Graskulturen nähern sich ab 2000 den jeweiligen Standortmittelwerten. Diese Beobachtung lässt sich auf relativ geringe Standardabweichungen zurückführen.

Tab. 3.1.4-5a: Schwermetall-Biomonitoring mit standardisierter Graskultur 1999: Kupfer

Kupfer [mg/kg TS]												
	Weidelgras (klein) 14-tägig						Weidelgras (groß)					
Serien 1999	19.05. - 16.06.	16.06. - 14.07.	11.08. - 08.09.	14.07. - 11.08.	08.09. - 06.10.	Standort- mittelwert	19.05. - 16.06.	16.06. - 14.07.	11.08. - 08.09.	14.07. - 11.08.	08.09. - 06.10.	Standort- mittelwert
Wbb	9,6	7,4	10,6	7,6	9,7	<b>9,0</b>	6,8	5,4	7,1	8,6	8,9	<b>7,3</b>
Wßs	12,2	9,4	<u>TG</u>	8,8	9,1	<b>9,9</b>	7,4	8,2	8,7	8,3	8,1	<b>8,1</b>
Ein	9,1	10,7	10,6	9,8	<u>TG</u>	<b>10,1</b>	6,4	8,5	9,5	9,0	10,2	<b>8,7</b>
Shy	12,3	11,2	10,6	10,9	<u>TG</u>	<b>11,3</b>	8,9	7,5	7,6	9,4	10,1	<b>8,7</b>
Gra	<u>TG</u>	11,9	10,5	9,7	<u>TG</u>	<b>10,7</b>	9,2	8,3	8,5	9,3	7,4	<b>8,5</b>
Bid	<u>20,40</u>	6,2	11,1	10,2	<u>TG</u>	<b>12,0</b>	8,0	9,9	6,6	6,8	8,2	<b>7,9</b>
Aug	9,0	8,6	11,7	8,2	<u>TG</u>	<b>9,4</b>	6,3	6,4	8,1	6,6	6,7	<b>6,8</b>
Mün	12,9	14,1	12,0	12,4	<u>TG</u>	<b>12,9</b> *	9,9	9,1	<u>12,50</u>	11,4	11,5	<b>10,9</b> *
Serienmittelwert	<b>10,9</b>	<b>9,9</b>	<b>11,0</b>	<b>9,7</b>	<b>9,4</b>		<b>7,9</b>	<b>7,9</b>	<b>8,0</b>	<b>8,7</b>	<b>8,9</b>	
nach Transformation												
STABW pro Serie	1,8	2,6	0,6	1,5	0,4		1,4	1,5	1,0	1,5	1,6	
SW pro Serie	16,3	17,6	12,8	14,3	10,6		11,9	12,3	11,0	13,2	13,7	
Berechnung eines Schwellenwertes zur Betrachtung von Standortmittelwerten												
STABW aller transformierten Werte						1,6						1,3
MW aller Serienmittelwerte						10,2						8,3
<b>SW</b>						<b>12,4</b>						<b>10,1</b>

<b>fett = berechnete Werte</b>
<b>fett + kursiv = neu berechneter MW</b>
grau unterlegt = nach Transformationschritten berechnete Werte
Kleinschrift = Werte halber Nachweisgrenze
<u>unterstrichen</u> = zur Berechnung des Serienmittelwertes und des SW ungeeigneter Wert
Wert <u>nur</u> bei der Berechnung der Standortmittelwerte berücksichtigt
<u>TG</u> = Trockengewichtsgrenze von 1,0 g je Probentopf unterschritten, Probe verworfen
* = Standortmittelwert übertrifft SW

Tab. 3.1.4-5b: Schwermetall-Biomonitoring mit standardisierter Graskultur 2000: Kupfer

Kupfer [mg/kg TS]												
	Weidelgras (klein)						Weidelgras (groß)					
Serien 2000	17.05. - 14.06.	14.06. - 12.07.	12.07. - 09.08.	09.08. - 06.09.	06.09. - 06.10.	Standort- mittelwert	17.05. - 14.06.	14.06. - 12.07.	12.07. - 09.08.	09.08. - 06.09.	06.09. - 06.10.	Standort- mittelwert
Wbb	8,9	8,0	7,9	6,7	10,2	<b>8,3</b>	8,8	9,1	7,1	7,6	9,8	<b>8,5</b>
Wßs	5,6	10,7	8,7	6,1	10,8	<b>8,4</b>	7,0	9,2	9,3	8,6	9,8	<b>8,8</b>
Ein	6,1	7,9	7,0	7,6	7,5	<b>7,2</b>	7,2	7,7	8,9	11,1	<u>13,00</u>	<b>9,6</b>
Shy	11,1	12,3	<u>13,30</u>	6,4	8,7	<b>10,4</b> *	6,3	<u>6,8</u>	6,7	5,9	9,7	<b>7,1</b>
Gra	6,2	7,7	7,1	6,7	9,1	<b>7,3</b>	8,0	7,1	<u>5,9</u>	8,0	7,8	<b>7,4</b>
Bid	5,0	5,9	8,2	5,7	7,5	<b>6,5</b>	6,4	7,8	6,9	5,7	8,6	<b>7,1</b>
Aug	5,2	5,6	5,4	7,8	6,3	<b>6,0</b>	5,4	6,5	6,5	6,6	8,8	<b>6,7</b>
Mün	8,8	9,8	9,1	<u>10,60</u>	11,5	<b>9,9</b>	8,9		10,9	10,9	10,8	<b>10,4</b> *
Serienmittelwert	<b>7,1</b>	<b>8,5</b>	<b>7,6</b>	<b>6,7</b>	<b>9,0</b>		<b>7,2</b>	<b>7,7</b>	<b>7,8</b>	<b>8,1</b>	<b>9,3</b>	
nach Transformation												
STABW pro Serie	2,2	2,3	1,3	0,8	1,8		1,2	1,1	1,7	2,1	1,0	
SW pro Serie	13,7	15,4	11,4	9,0	14,4		10,9	10,9	12,8	14,1	12,3	
Berechnung eines Schwellenwertes zur Betrachtung von Standortmittelwerten												
STABW aller transformierten Werte						1,7						1,4
MW aller Serienmittelwerte						7,8						8,0
<b>SW</b>						<b>10,1</b>						<b>9,9</b>

Tab. 3.1.4-5c: Schwermetall-Biomonitoring mit standardisierter Graskultur 2001: Kupfer

Kupfer [mg/kg TS]												
Serien 2001	Weidelgras (klein)						Weidelgras (groß)					
	16.05. - 13.06.	13.06. - 11.07.	11.07. - 08.08.	08.08. - 05.09.	05.09. - 03.10.	Standort-mittelwert	16.05. - 13.06.	13.06. - 11.07.	11.07. - 08.08.	08.08. - 05.09.	05.09. - 03.10.	Standort-mittelwert
Wbb	7,4	5,2	4,9	7,3	10,0	7,0	12,1	8,2	6,1	7,8	10,4	8,9
Wbs	10,53	6,1	4,8	9,8	11,2	8,5	14,4	7,9	6,7	10,2		9,8
Ein	6,1	6,3	7,4	8,1	10,2	7,6	6,1	5,9	6,5	7,2	9,9	7,1
Shy	6,6	4,7	6,1	8,6	TG	6,5	7,7	6,5	5,4	7,9	TG	6,9
Gra	6,2	5,4	5,3	8,6	10,4	7,2	6,8	6,5	5,3	8,8	TG	6,9
Bid	7,4	4,7	5,8	8,1	TG	6,5	6,0	5,0	5,7	8,8	12,2	7,5
Aug	8,2	5,2	9,9	6,5	9,2	7,8	12,4	6,3	6,6	7,7	9,4	8,5
Mün	13,87	6,9	9,3	11,77	TG	10,5 *	16,1	7,8	9,65	9,8	TG	10,8
Serienmittelwert	7,0	5,6	6,7	8,1	10,2		10,2	6,8	6,0	8,5	10,5	
nach Transformation												
STABW pro Serie	0,8	0,8	2,0	1,0	0,7		4,0	1,1	0,6	1,1	1,2	
SW pro Serie	9,5	7,9	12,5	11,3	12,4		22,3	10,2	7,8	11,7	14,2	
Berechnung eines Schwellenwertes zur Betrachtung von Standortmittelwerten												
STABW aller transformierten Werte						1,1						2,0
MW aller Serienmittelwerte						7,5						8,4
<b>SW</b>						<b>9,0</b>						<b>11,1</b>

Tab. 3.1.4-5d: Schwermetall-Biomonitoring Zusammenfassung: Kupfer [mg/kg TS]

Cu	Kleine Graskultur					Große Graskultur				
	SW	max. Standortmittel	min. Standortmittel			SW	max. Standortmittel	min. Standortmittel		
1999	12,4	<b>12,9 Mün</b>	9,0	Wbb		10,1	<b>10,9 Mün</b>	7,3	Wbb	1999
2000	10,1	<b>10,4 Shy</b>	6,5	Bid		9,9	<b>10,4 Mün</b>	6,7	Aug	2000
2001	9,0	<b>10,5 Mün</b>	6,5	Shy Bid		11,1	10,8 Mün	6,9	Shy Gra	2001

**fett** = Station übertrifft den Schwellenwert SW

Die Standortmittelwerte der Kupfergehalte in kleinen und großen Graskulturen sind in München am höchsten. Kupfer stammt im städtischen Hintergrund hauptsächlich aus dem Abrieb von Brems- und Kupplungsscheiben.

Tab. 3.1.4-6a: Schwermetall-Biomonitoring mit standardisierter Graskultur 1999: Eisen

Eisen [mg/kg TS]												
	Weidelgras (klein) 14-tägig						Weidelgras (groß)					
Serien 1999	19.05. - 16.06.	16.06. - 14.07.	11.08. - 08.09.	14.07. - 11.08.	08.09. - 06.10.	Standort-mittelwert	19.05. - 16.06.	16.06. - 14.07.	11.08. - 08.09.	14.07. - 11.08.	08.09. - 06.10.	Standort-mittelwert
Wbb	125	83	98	125	157	118	97	102	107	124	119	110
Wßs	181	136	<u>TG</u>	155	145	154	123	122	155	120	126	129
Ein	132	135	161	150	<u>TG</u>	145	96	134	161	141	158	138
Shy	189	134	153	141	<u>TG</u>	154	146	119	119	160	136	136
Gra	<u>TG</u>	141	147	131	<u>TG</u>	140	125	138	132	138	98	126
Bid	<u>279,00</u>	90	156	159	<u>TG</u>	171 *	113	143	114	108	101	116
Aug	142	120	135	127	<u>TG</u>	131	109	114	108	101	109	108
Mün	174	<u>278,00</u>	170	152	<u>TG</u>	194 *	<u>184,00</u>	131	<u>209,00</u>	161	146	166 *
Serienmittelwert	157	120	146	143	151		116	125	128	132	124	
nach Transformation												
STABW pro Serie	27	24	24	13	8		18	14	22	22	22	
SW pro Serie	239	192	217	183	176		168	166	195	199	189	
Berechnung eines Schwellenwertes zur Betrachtung von Standortmittelwerten												
STABW aller transformierten Werte						20						19
MW aller Serienmittelwerte						143						125
SW						170						150

**fett = berechnete Werte**  
**fett + kursiv = neu berechneter MW**  
 grau unterlegt = nach Transformationschritten berechnete Werte  
 Kleinschrift = Werte halber Nachweisgrenze  
unterstrichen = zur Berechnung des Serienmittelwertes und des SW ungeeigneter Wert  
 Wert nur bei der Berechnung der Standortmittelwerte berücksichtigt  
TG = Trockengewichtsgrenze von 1,0 g je Probentopf unterschritten, Probe verworfen  
 \* = Standortmittelwert übertrifft SW

Tab. 3.1.4-6b: Schwermetall-Biomonitoring mit standardisierter Graskultur 2000: Eisen

Eisen [mg/kg TS]												
	Weidelgras (klein)						Weidelgras (groß)					
Serien 2000	17.05. - 14.06.	14.06. - 12.07.	12.07. - 09.08.	09.08. - 06.09.	06.09. - 06.10.	Standort-mittelwert	17.05. - 14.06.	14.06. - 12.07.	12.07. - 09.08.	09.08. - 06.09.	06.09. - 06.10.	Standort-mittelwert
Wbb	108	88	98	90	98	97	99	117	89	87	99	98
Wßs	99	109	109	96	118	106	100	106	97	112	120	107
Ein	91	135	119	111	112	114	99	141	124	102	<u>110</u>	115
Shy	118	109	106	86	109	106	120	<u>105</u>	93	89	114	104
Gra	93	105	89	148	96	106	105	128	<u>84</u>	128	85	106
Bid	105	141	107	69	93	103	95	152	97	88	107	108
Aug	84	107	84	120	101	99	82	105	91	97	133	102
Mün	134	152	117	115	118	127	115		114	106	105	110
Serienmittelwert	104	118	104	104	106		102	122	99	101	109	
nach Transformation												
STABW pro Serie	16	22	13	24	10		12	19	14	14	14	
SW pro Serie	152	183	141	178	135		136	178	138	143	151	
Berechnung eines Schwellenwertes zur Betrachtung von Standortmittelwerten												
STABW aller transformierten Werte						17						14
MW aller Serienmittelwerte						107						107
SW						130						125

Tab. 3.1.4-6c: Schwermetall-Biomonitoring mit standardisierter Graskultur 2001: Eisen

Eisen [mg/kg TS]												
Serien 2001	Weidelgras (klein)						Weidelgras (groß)					
	16.05. - 13.06.	13.06. - 11.07.	11.07. - 08.08.	08.08. - 05.09.	05.09. - 03.10.	Standort- mittelwert	16.05. - 13.06.	13.06. - 11.07.	11.07. - 08.08.	08.08. - 05.09.	05.09. - 03.10.	Standort- mittelwert
Wbb	39	57	74	70	88	66	46	77	85	79	90	75
Wßs	62	67	107	112	110	92	61	87	105	120,42		93
Ein	55	60	92	120	112	88	50	53	91	93	101	78
Shy	54	56	88	87	TG	71	50	57	130	89	TG	82
Gra	43	57	81	79	95	71	48	54	71	80	TG	63
Bid	42	53	74	85	TG	63	43	57	95	83	97	75
Aug	44	53	98	72	87	71	49	53	90	81	91	73
Mün	56	63	137	106	TG	90	61	63	117	106	TG	87
Serienmittelwert	49	58	88	91	99		51	63	98	87	95	
nach Transformation												
STABW pro Serie	8	5	12	19	12		6	13	19	10	5	
SW pro Serie	75	72	125	148	134		70	101	155	116	111	
Berechnung eines Schwellenwertes zur Betrachtung von Standortmittelwerten												
STABW aller transformierten Werte	11						12					
MW aller Serienmittelwerte	77						79					
SW	92						94					

Tab. 3.1.4-6d: Schwermetall-Biomonitoring Zusammenfassung: Eisen [mg/kg TS]

Fe	Kleine Graskultur					Große Graskultur				
	SW	max. Standortmittel	min. Standortmittel	SW	max. Standortmittel	min. Standortmittel	SW	max. Standortmittel	min. Standortmittel	SW
1999	170	<b>194</b> Mün	118	Wbb	150	<b>166</b> Mün	110	Wbb	1999	
2000	130	127 Mün	97	Wbb	125	115 Ein	98	Wbb	2000	
2001	92	92 Wßs	63	Bid	94	93 Wßs	63	Gra	2001	

**fett** = Station übertrifft den Schwellenwert SW

Die Anreicherung von Eisen in kleinen und großen Graskulturen deutet auf einen abwärts gerichteten Trend hin.

Tab. 3.1.4-7a: Schwermetall-Biomonitoring mit standardisierter Graskultur 1999: Mangan

Mangan [mg/kg TS]												
	Weidelgras (klein) 14-tägig						Weidelgras (groß)					
Serien 1999	19.05. - 16.06.	16.06. - 14.07.	11.08. - 08.09.	14.07. - 11.08.	08.09. - 06.10.	Standort- mittelwert	19.05. - 16.06.	16.06. - 14.07.	11.08. - 08.09.	14.07. - 11.08.	08.09. - 06.10.	Standort- mittelwert
Wbb	179	230	130	120	121	156	182	160	152	97	103	139
Wßs	204	259	TG	142	142	187	172	199	142	102	85	140
Ein	158	241	136	123	TG	165	143	196	114	84	100	127
Shy	217	221	156	148	TG	185	168	177	122	95	118	136
Gra	TG	299	176	135	TG	203	175	154	101	126	85	128
Bid	496,00	126	158	152	TG	233 *	175	174	95	76	64	117
Aug	202	206	152	121	TG	170	143	132	123	76	78	110
Mün	239	270	185	181,00	TG	219 *	160	178	158	127	123	149
Serienmittelwert	200	232	156	134	132		165	171	126	98	95	
nach Transformation												
STABW pro Serie	28	52	20	13	15		15	22	23	20	20	
SW pro Serie	285	387	215	174	176		209	238	195	158	155	
Berechnung eines Schwellenwertes zur Betrachtung von Standortmittelwerten												
STABW aller transformierten Werte	30						19					
MW aller Serienmittelwerte	171						131					
SW	211						157					

<b>fett = berechnete Werte</b>
<b>fett + kursiv = neu berechneter MW</b>
grau unterlegt = nach Transformationschritten berechnete Werte
Kleinschrift = Werte halber Nachweisgrenze
<u>unterstrichen</u> = zur Berechnung des Serienmittelwertes und des SW ungeeigneter Wert
Wert <u>nur</u> bei der Berechnung der Standortmittelwerte berücksichtigt
<u>TG</u> = Trockengewichtsgrenze von 1,0 g je Probentopf unterschritten, Probe verworfen
* = Standortmittelwert übertrifft SW

Tab. 3.1.4-7b: Schwermetall-Biomonitoring mit standardisierter Graskultur 2000: Mangan

Mangan [mg/kg TS]												
	Weidelgras (klein)						Weidelgras (groß)					
Serien 2000	17.05. - 14.06.	14.06. - 12.07.	12.07. - 09.08.	09.08. - 06.09.	06.09. - 06.10.	Standort- mittelwert	17.05. - 14.06.	14.06. - 12.07.	12.07. - 09.08.	09.08. - 06.09.	06.09. - 06.10.	Standort- mittelwert
Wbb	127	123	143	141	136	134	126	207,00	138	132	164	153
Wßs	120	115	156	156	152	140	170	147	158	184	167	165
Ein	98	102	156	104	138	120	137	165	211	134	154	160
Shy	80	120	170	125	155	130	110	134	170	132	184	146
Gra	109	91	140	131	131	120	120	136	150	138	143	137
Bid	108	119	138	95	114	115	140	150	195	145	183	163
Aug	97	90	149	125	128	118	143	133	145	93	157	134
Mün	172,00	131	171	152	169	159 *	146		190	125	160	155
Serienmittelwert	106	111	153	129	140		137	144	170	135	164	
nach Transformation												
STABW pro Serie	16	15	13	21	17		18	12	26	25	14	
SW pro Serie	153	157	191	193	193		190	181	247	209	205	
Berechnung eines Schwellenwertes zur Betrachtung von Standortmittelwerten												
STABW aller transformierten Werte	16						19					
MW aller Serienmittelwerte	128						150					
SW	149						175					

Tab. 3.1.4-7c: Schwermetall-Biomonitoring mit standardisierter Graskultur 2001: Mangan

Mangan [mg/kg TS]												
Serien 2001	Weidelgras (klein)						Weidelgras (groß)					
	16.05. - 13.06.	13.06. - 11.07.	11.07. - 08.08.	08.08. - 05.09.	05.09. - 03.10.	Standort-mittelwert	16.05. - 13.06.	13.06. - 11.07.	11.07. - 08.08.	08.08. - 05.09.	05.09. - 03.10.	Standort-mittelwert
Wbb	72	80	101	120	150	104	132	125	131	131	217	147
Wßs	145	101	102	137	223	142	187	175	117	154		158
Ein	108	106	98	102	131	109	109	125	127	115	144	124
Shy	127	97	109	118	TG	112	142	128	146	120	TG	134
Gra	108	101	84	93	141	105	143	117	89	94	TG	111
Bid	102	97	68	79	TG	87	136	95	104	123	163	124
Aug	106	79	87	67	130	94	144	135	105	131	139	131
Mün	141	129	151	143	TG	141	173	149	140	135	TG	149
Serienmittelwert	114	99	93	107	155		146	131	120	125	166	
nach Transformation												
STABW pro Serie	24	16	14	27	39		24	24	19	17	36	
SW pro Serie	185	146	134	188	271		218	202	178	178	273	
Berechnung eines Schwellenwertes zur Betrachtung von Standortmittelwerten												
STABW aller transformierten Werte	23						22					
MW aller Serienmittelwerte	113						138					
<b>SW</b>	<b>144</b>						<b>167</b>					

Tab. 3.1.4-7d: Schwermetall-Biomonitoring Zusammenfassung: Mangan [mg/kg TS]

Mn	Kleine Graskultur					Große Graskultur					
	SW	max. Standortmittel	min. Standortmittel	SW	max. Standortmittel	min. Standortmittel	SW	max. Standortmittel	min. Standortmittel	SW	
1999	211	<b>233</b> Bid	156	Wbb	157	149	Mün	110	Aug	1999	
2000	149	<b>159</b> Mün	115	Bid	175	165	Wßs	134	Aug	2000	
2001	144	141	Mün	87	Bid	167	158	Wßs	111	Gra	2001

**fett** = Station übertrifft den Schwellenwert SW

Eine Besonderheit fällt bei der Beprobung 1999 auf: der Schwellenwert in kleiner Graskultur ist etwas höher als der aus der großen Graskultur – ab 2000 kehrt sich diese Beobachtung um: die große Graskultur zeigt im Vergleich eine höhere Mn-Anreicherung. Ähnliches gilt für den Vergleich der Standortmittelwerte (Tab. 3.1.4-7a bis 7c). Das oben genannte Anreicherungsverhalten 14-tägig bzw. 28-tägig exponierter kleiner Graskulturen lässt sich auch beim Element Kobalt beobachten.

Tab. 3.1.4-8a: Schwermetall-Biomonitoring mit standardisierter Graskultur 1999: Nickel

Nickel [mg/kg TS]												
	Weidelgras (klein) 14-tägig						Weidelgras (groß)					
Serien 1999	19.05. - 16.06.	16.06. - 14.07.	11.08. - 08.09.	14.07. - 11.08.	08.09. - 06.10.	Standort- mittelwert	19.05. - 16.06.	16.06. - 14.07.	11.08. - 08.09.	14.07. - 11.08.	08.09. - 06.10.	Standort- mittelwert
Wbb	11,5	8,3	10,4	9,4	12,0	<b>10,3</b>	10,8	9,2	9,2	11,1	<u>15,10</u>	<b>11,1</b>
Wßs	10,8	9,9	<u>TG</u>	10,6	11,5	<b>10,7</b>	10,6	10,1	11,4	9,8	11,6	<b>10,7</b>
Ein	8,9	9,3	9,5	9,7	<u>TG</u>	<b>9,3</b>	8,7	11,4	7,9	7,2	11,1	<b>9,3</b>
Shy	10,9	10,3	11,3	12,6	<u>TG</u>	<b>11,3</b>	10,3	10,5	10,6	9,3	12,1	<b>10,6</b>
Gra	<u>TG</u>	9,7	11,4	8,1	<u>TG</u>	<b>9,7</b>	12,1	7,6	8,8	9,7	10,3	<b>9,7</b>
Bid	<u>19,40</u>	4,8	10,1	8,8	<u>TG</u>	<b>10,8</b>	12,6	10,8	7,4	6,5	11,5	<b>9,8</b>
Aug	9,1	8,5	11,9	8,5	<u>TG</u>	<b>9,5</b>	8,8	8,0	9,5	7,1	9,6	<b>8,6</b>
Mün	13,9	13,1	13,7	13,3	<u>TG</u>	<b>13,5</b> *	11,5	10,1	11,5	10,2	12,3	<b>11,1</b>
Serienmittelwert	<b>10,9</b>	<b>9,2</b>	<b>11,2</b>	<b>10,1</b>	<b>11,8</b>		<b>10,7</b>	<b>9,7</b>	<b>9,5</b>	<b>8,9</b>	<b>11,2</b>	
nach Transformation												
STABW pro Serie	1,8	2,3	1,4	1,9	0,4		1,4	1,3	1,5	1,7	1,0	
SW pro Serie	16,4	16,2	15,3	15,8	12,8		14,9	13,7	14,2	13,9	14,2	
Berechnung eines Schwellenwertes zur Betrachtung von Standortmittelwerten												
STABW aller transformierten Werte						1,7						1,3
MW aller Serienmittelwerte						10,6						10,0
<b>SW</b>						<b>13,0</b>						<b>11,8</b>

<b>fett = berechnete Werte</b>
<b>fett + kursiv = neu berechneter MW</b>
grau unterlegt = nach Transformationsschritten berechnete Werte
Kleinschrift = Werte halber Nachweisgrenze
<u>unterstrichen</u> = zur Berechnung des Serienmittelwertes und des SW ungeeigneter Wert
Wert <u>nur</u> bei der Berechnung der Standortmittelwerte berücksichtigt
<u>TG</u> = Trockengewichtsgrenze von 1,0 g je Probentopf unterschritten, Probe verworfen
* = Standortmittelwert übertrifft SW

Tab. 3.1.4-8b: Schwermetall-Biomonitoring mit standardisierter Graskultur 2000: Nickel

Nickel [mg/kg TS]												
	Weidelgras (klein)						Weidelgras (groß)					
Serien 2000	17.05. - 14.06.	14.06. - 12.07.	12.07. - 09.08.	09.08. - 06.09.	06.09. - 06.10.	Standort- mittelwert	17.05. - 14.06.	14.06. - 12.07.	12.07. - 09.08.	09.08. - 06.09.	06.09. - 06.10.	Standort- mittelwert
Wbb	<u>12,70</u>	10,6	8,5	7,0	10,5	<b>9,9</b>	<u>11,20</u>	14,1	8,6	10,2	10,5	<b>10,9</b>
Wßs	7,6	11,2	9,3	9,4	9,2	<b>9,3</b>	8,9	11,3	9,4	9,9	8,8	<b>9,7</b>
Ein	7,7	10,9	8,6	9,5	7,8	<b>8,9</b>	7,3	9,7	13,5	8,2	<u>9,6</u>	<b>9,6</b>
Shy	6,9	8,8	8,6	9,5	7,0	<b>8,2</b>	7,9	<u>9,3</u>	10,5	7,7	8,0	<b>8,7</b>
Gra	7,7	6,9	7,4	9,2	11,4	<b>8,5</b>	7,6	9,6	<u>8,4</u>	9,6	8,6	<b>8,8</b>
Bid	7,3	7,8	7,8	7,8	7,3	<b>7,6</b>	7,8	12,2	10,1	8,2	10,3	<b>9,7</b>
Aug	7,7	7,5	6,5	8,3	6,5	<b>7,3</b>	8,7	9,4	11,6	8,5	9,2	<b>9,5</b>
Mün	<u>9,82</u>	11,4	10,0	<u>12,70</u>	9,0	<b>10,6</b> *	8,9		10,1	10,3	9,2	<b>9,6</b>
Serienmittelwert	<b>7,5</b>	<b>9,4</b>	<b>8,3</b>	<b>8,6</b>	<b>8,6</b>		<b>8,2</b>	<b>10,8</b>	<b>10,3</b>	<b>9,1</b>	<b>9,3</b>	
nach Transformation												
STABW pro Serie	0,3	1,8	1,1	1,0	1,7		0,7	1,8	1,7	1,0	0,8	
SW pro Serie	8,5	14,9	11,6	11,6	13,8		10,1	16,2	15,2	12,1	11,8	
Berechnung eines Schwellenwertes zur Betrachtung von Standortmittelwerten												
STABW aller transformierten Werte						1,3						1,2
MW aller Serienmittelwerte						8,5						9,5
<b>SW</b>						<b>10,2</b>						<b>11,1</b>

Tab. 3.1.4-8c: Schwermetall-Biomonitoring mit standardisierter Graskultur 2001: Nickel

Nickel [mg/kg TS]												
Serien 2001	Weidelgras (klein)						Weidelgras (groß)					
	16.05. - 13.06.	13.06. - 11.07.	11.07. - 08.08.	08.08. - 05.09.	05.09. - 03.10.	Standort-mittelwert	16.05. - 13.06.	13.06. - 11.07.	11.07. - 08.08.	08.08. - 05.09.	05.09. - 03.10.	Standort-mittelwert
Wbb	3,4	5,9	6,6	8,0	8,2	6,4	4,8	8,4	8,0	10,5	8,8	8,1
Wßs	4,9	5,5	5,7	10,3	8,6	7,0	8,8	8,8	7,0	13,0		9,4 *
Ein	3,5	4,6	5,1	7,9	8,1	5,8	4,8	6,8	7,0	8,8	8,9	7,3
Shy	4,1	4,1	6,3	10,2	TG	6,2	4,7	6,7	6,9	11,0	TG	7,3
Gra	4,0	5,3	6,1	7,2	7,0	5,9	6,1	6,2	6,1	6,5	TG	6,2
Bid	3,8	4,3	4,8	7,5	TG	5,1	5,8	5,0	5,3	10,9	8,6	7,1
Aug	3,4	4,7	6,3	7,0	7,0	5,7	5,0	7,1	5,4	9,6	7,0	6,8
Mün	4,5	5,3	8,9	11,7	TG	7,6 *	6,5	6,8	9,0	10,0	TG	8,1
Serienmittelwert	3,9	4,9	5,8	8,7	7,8		5,4	7,0	6,8	10,0	8,3	
nach Transformation												
STABW pro Serie	0,5	0,6	0,7	1,8	0,7		0,7	1,2	1,2	1,9	0,9	
SW pro Serie	5,5	6,8	7,8	14,0	10,0		7,6	10,6	10,5	15,6	11,0	
Berechnung eines Schwellenwertes zur Betrachtung von Standortmittelwerten												
STABW aller transformierten Werte						0,9						1,2
MW aller Serienmittelwerte						6,2						7,5
<b>SW</b>						<b>7,5</b>						<b>9,1</b>

Tab. 3.1.4-8d: Schwermetall-Biomonitoring Zusammenfassung: Nickel [mg/kg TS]

Ni	Kleine Graskultur					Große Graskultur				
	SW	max. Standortmittel	min. Standortmittel	SW	max. Standortmittel	min. Standortmittel	SW	max. Standortmittel	min. Standortmittel	SW
1999	13,0	<b>13,5 Mün</b>	9,3	Ein	11,8	11,1	Wbb Mün	8,6	Aug	1999
2000	10,2	<b>10,6 Mün</b>	7,3	Aug	11,1	10,9	Wbb	8,8	Gra	2000
2001	7,5	<b>7,6 Mün</b>	5,1	Bid	9,1	<b>9,4 Wßs</b>	6,2	Gra	2001	

**fett** = Station übertrifft den Schwellenwert SW

Der Schwellenwert in kleiner Graskultur ist bei der Beprobung 1999 tendenziell höher als der aus der großen Graskultur – ab 2000 nimmt der SW sowohl im großen als auch im kleinen Weidelgras ab - in kleiner Graskultur stärker als in der großen (vgl. Kobalt und Mangan). Ähnliches gilt für den Vergleich der Standortmittelwerte (Tab. 3.1.4-8a bis 8c).

Tab. 3.1.4-9a: Schwermetall-Biomonitoring mit standardisierter Graskultur 1999: Blei

Blei [mg/kg TS]												
	Weidelgras (klein) 14-tägig						Weidelgras (groß)					
Serien 1999	19.05. - 16.06.	16.06. - 14.07.	11.08. - 08.09.	14.07. - 11.08.	08.09. - 06.10.	Standort-mittelwert	19.05. - 16.06.	16.06. - 14.07.	11.08. - 08.09.	14.07. - 11.08.	08.09. - 06.10.	Standort-mittelwert
Wbb	0,35	0,65	1,61	0,42	0,99	<b>0,80</b>	0,35	0,73	0,32	0,38	1,37	<b>0,63</b>
Wßs	0,59	0,87	<u>TG</u>	0,39	0,61	<b>0,61</b>	0,49	0,52	0,87	0,39	<u>2,82</u>	<b>1,02</b>
Ein	0,79	1,20	1,12	0,58	<u>TG</u>	<b>0,92</b>	<u>1,66</u>	0,98	0,68	1,00	0,64	<b>0,99</b>
Shy	0,78	0,83	<u>3,02</u>	0,48	<u>TG</u>	<b>1,28</b> *	0,61	<u>1,80</u>	1,96	<u>2,25</u>	1,66	<b>1,66</b> *
Gra	<u>TG</u>	1,00	1,16	0,31	<u>TG</u>	<b>0,82</b>	1,06	0,61	0,50	0,77	0,70	<b>0,73</b>
Bid	1,34	0,34	0,81	<u>1,08</u>	<u>TG</u>	<b>0,89</b>	0,63	0,85	<u>20,40</u>	0,42	0,47	<b>4,56</b> *
Aug	0,46	0,46	0,53	0,66	<u>TG</u>	<b>0,53</b>	0,71	0,63	0,96	0,37	1,09	<b>0,75</b>
Mün	<u>22,20</u>	<u>52,50</u>	0,86	0,59	<u>TG</u>	<b>19,04</b> *	<u>21,00</u>	<u>5,18</u>	1,29	0,72	1,01	<b>5,84</b> *
Serienmittelwert	<b>0,72</b>	<b>0,76</b>	<b>1,02</b>	<b>0,49</b>	<b>0,80</b>		<b>0,64</b>	<b>0,72</b>	<b>0,94</b>	<b>0,58</b>	<b>0,99</b>	
nach Transformation												
STABW pro Serie	<b>0,35</b>	<b>0,30</b>	<b>0,37</b>	<b>0,13</b>	<b>0,27</b>		<b>0,24</b>	<b>0,17</b>	<b>0,55</b>	<b>0,25</b>	<b>0,42</b>	
SW pro Serie	<b>1,77</b>	<b>1,67</b>	<b>2,13</b>	<b>0,87</b>	<b>1,62</b>		<b>1,36</b>	<b>1,23</b>	<b>2,59</b>	<b>1,33</b>	<b>2,26</b>	
Berechnung eines Schwellenwertes zur Betrachtung von Standortmittelwerten												
STABW aller transformierten Werte						<b>0,27</b>						<b>0,34</b>
MW aller Serienmittelwerte						<b>0,76</b>						<b>0,77</b>
<b>SW</b>						<b>1,12</b>						<b>1,23</b>

<b>fett = berechnete Werte</b>
<b>fett + kursiv = neu berechneter MW</b>
grau unterlegt = nach Transformationschritten berechnete Werte
Kleinschrift = Werte halber Nachweisgrenze
<u>unterstrichen</u> = zur Berechnung des Serienmittelwertes und des SW ungeeigneter Wert
Wert <u>nur</u> bei der Berechnung der Standortmittelwerte berücksichtigt
<u>TG</u> = Trockengewichtsgrenze von 1,0 g je Probentopf unterschritten, Probe verworfen
* = Standortmittelwert übertrifft SW

Tab. 3.1.4-9b: Schwermetall-Biomonitoring mit standardisierter Graskultur 2000: Blei

Blei [mg/kg TS]												
	Weidelgras (klein)						Weidelgras (groß)					
Serien 2000	17.05. - 14.06.	14.06. - 12.07.	12.07. - 09.08.	09.08. - 06.09.	06.09. - 06.10.	Standort-mittelwert	17.05. - 14.06.	14.06. - 12.07.	12.07. - 09.08.	09.08. - 06.09.	06.09. - 06.10.	Standort-mittelwert
Wbb	0,41	1,03	0,40	0,87	0,48	<b>0,64</b>	0,35	0,74	0,40	0,73	0,50	<b>0,54</b>
Wßs	0,55	3,56	1,27	<u>3,59</u>	1,06	<b>2,01</b> *	0,64	1,70	0,56	<u>2,34</u>	<u>2,99</u>	<b>1,65</b> *
Ein	0,94	0,56	0,90	<u>1,97</u>	0,43	<b>0,96</b>	0,80	1,58	0,78	1,19	<u>0,48</u>	<b>0,96</b>
Shy	0,87	3,57	0,72	0,48	0,95	<b>1,32</b>	0,34	<u>0,39</u>	0,75	0,44	0,80	<b>0,54</b>
Gra	0,50	2,22	0,52	0,84	0,42	<b>0,90</b>	0,57	1,69	<u>0,57</u>	0,87	0,55	<b>0,85</b>
Bid	0,46	1,27	0,40	0,41	0,36	<b>0,58</b>	0,41	0,51	0,39	0,98	0,36	<b>0,53</b>
Aug	0,32	0,63	0,51	0,43	0,59	<b>0,50</b>	0,35	0,32	0,44	0,70	0,72	<b>0,51</b>
Mün	0,56	0,73	1,15	0,65	1,43	<b>0,90</b>	0,43		0,82	0,48	0,70	<b>0,61</b>
Serienmittelwert	<b>0,58</b>	<b>1,70</b>	<b>0,73</b>	<b>0,61</b>	<b>0,71</b>		<b>0,49</b>	<b>0,99</b>	<b>0,59</b>	<b>0,77</b>	<b>0,59</b>	
nach Transformation												
STABW pro Serie	<b>0,22</b>	<b>1,27</b>	<b>0,34</b>	<b>0,21</b>	<b>0,39</b>		<b>0,17</b>	<b>0,64</b>	<b>0,17</b>	<b>0,27</b>	<b>0,16</b>	
SW pro Serie	<b>1,23</b>	<b>5,50</b>	<b>1,75</b>	<b>1,23</b>	<b>1,88</b>		<b>0,98</b>	<b>2,87</b>	<b>1,10</b>	<b>1,56</b>	<b>1,05</b>	
Berechnung eines Schwellenwertes zur Betrachtung von Standortmittelwerten												
STABW aller transformierten Werte						<b>0,61</b>						<b>0,31</b>
MW aller Serienmittelwerte						<b>0,87</b>						<b>0,68</b>
<b>SW</b>						<b>1,68</b>						<b>1,09</b>

Tab. 3.1.4-9c: Schwermetall-Biomonitoring mit standardisierter Graskultur 2001: Blei

Blei [mg/kg TS]													
	Weidelgras (klein)						Weidelgras (groß)						
Serien 2001	16.05. - 13.06.	13.06. - 11.07.	11.07. - 08.08.	08.08. - 05.09.	05.09. - 03.10.	Standort- mittelwert	16.05. - 13.06.	13.06. - 11.07.	11.07. - 08.08.	08.08. - 05.09.	05.09. - 03.10.	Standort- mittelwert	
Wbb	0,53	0,57	0,44	<u>1,66</u>	0,87	<b>0,81</b>	0,55	0,47	0,69	0,75	1,00	<b>0,69</b>	
Wßs	0,62	0,41	2,38	<u>2,40</u>	0,98	<b>1,36</b>	0,55	0,52	0,89	<u>4,31</u>		<b>1,57</b> *	
Ein	0,49	0,44	0,55	0,97	0,63	<b>0,62</b>	0,48	0,42	0,94	1,29	0,67	<b>0,76</b>	
Shy	1,35	<u>1,56</u>	3,82	0,73	<u>TG</u>	<b>1,86</b>	0,50	0,37	0,58	1,05	<u>TG</u>	<b>0,62</b>	
Gra	1,04	<u>2,10</u>	4,74	0,78	0,49	<b>1,83</b>	0,56	0,24	0,53	0,59	<u>TG</u>	<b>0,48</b>	
Bid	0,94	0,31	0,28	0,76	<u>TG</u>	<b>0,57</b>	0,35	0,24	0,38	0,46	0,87	<b>0,46</b>	
Aug	0,37	0,41	0,42	0,48	0,44	<b>0,42</b>	0,36	0,35	0,44	0,43	0,52	<b>0,42</b>	
Mün	0,78	0,48	0,47	0,64	<u>TG</u>	<b>0,59</b>	<u>1,31</u>	0,51	0,46	0,66	<u>TG</u>	<b>0,73</b>	
Serienmittelwert	<b>0,76</b>	<b>0,44</b>	<b>1,64</b>	<b>0,73</b>	<b>0,68</b>		<b>0,48</b>	<b>0,39</b>	<b>0,61</b>	<b>0,75</b>	<b>0,77</b>		
nach Transformation													
STABW pro Serie	<b>0,33</b>	<b>0,09</b>	<b>1,78</b>	<b>0,16</b>	<b>0,24</b>		<b>0,09</b>	<b>0,11</b>	<b>0,21</b>	<b>0,32</b>	<b>0,21</b>		
SW pro Serie	<b>1,75</b>	<b>0,69</b>	<b>6,99</b>	<b>1,20</b>	<b>1,39</b>		<b>0,75</b>	<b>0,72</b>	<b>1,24</b>	<b>1,70</b>	<b>1,41</b>		
Berechnung eines Schwellenwertes zur Betrachtung von Standortmittelwerten													
STABW aller transformierten Werte												<b>0,19</b>	
MW aller Serienmittelwerte												<b>0,60</b>	
<b>SW</b>												<b>0,85</b>	

Tab. 3.1.4-9d: Schwermetall-Biomonitoring Zusammenfassung: Blei [mg/kg TS]

Pb	Kleine Graskultur					Große Graskultur				
	SW	max. Standortmittel	min. Standortmittel			SW	max. Standortmittel	min. Standortmittel		
1999	1,12	<b>19,40</b> Mün	0,53	Aug		1,23	<b>5,84</b> Mün	0,63	Wbb	1999
2000	1,68	<b>2,01</b> Wßs	0,50	Aug		1,09	<b>1,65</b> Wßs	0,51	Aug	2000
2001	2,00	1,86	Shy	0,42	Aug	0,85	<b>1,57</b> Wßs	0,42	Aug	2001

**fett** = Station übertrifft den Schwellenwert SW

Eine Besonderheit fällt bei der Beprobung 1999 auf: der Schwellenwert in großer Graskultur ist etwas höher als der aus der kleinen Graskultur. Ab 2000 nimmt der SW im kleinen Weidelgras zu, in großer Graskultur dagegen ab, obwohl die Standortmittelwerte nicht unbedingt große Veränderungen zeigen. Grund dafür sind die großen Standardabweichungen der Wertekollektive der 2. Serie (2000) und der 3. Serie (2001).

Für die z.T. erheblich überhöhten Einzelwerte 1999 von über 5 mg/kg TS bis zu 52,5 mg Pb/kg TS konnte keine Erklärung gefunden werden. Es ist jedoch äußerst unwahrscheinlich, dass sie durch standörtliche Immissionseinflüsse bedingt wurden.

Tab. 3.1.4-10a: Schwermetall-Biomonitoring mit standardisierter Graskultur 1999: Antimon (mit städtischen Stationen)

Antimon [mg/kg TS]												
Serien 1999	Weidelgras (klein) 14-tägig						Weidelgras (groß)					
	19.05. - 16.06.	16.06. - 14.07.	11.08. - 08.09.	14.07. - 11.08.	08.09. - 06.10.	Standort-mittelwert	19.05. - 16.06.	16.06. - 14.07.	11.08. - 08.09.	14.07. - 11.08.	08.09. - 06.10.	Standort-mittelwert
Wbb	0,021	0,029	0,017	0,018	0,038	<b>0,025</b>	0,024	0,022	0,014	0,031	0,032	<b>0,025</b>
Wßs	0,041	0,031	<u>TG</u>	0,025	0,038	<b>0,034</b>	0,032	0,022	0,022	0,020	0,025	<b>0,024</b>
Ein	0,025	0,188	0,033	0,027	<u>TG</u>	<b>0,068</b>	0,018	0,038	0,030	0,043	0,037	<b>0,033</b>
Shy	0,041	0,029	0,022	0,028	<u>TG</u>	<b>0,030</b>	0,037	0,026	0,019	0,029	0,027	<b>0,028</b>
Gra	<u>TG</u>	0,035	0,022	0,027	<u>TG</u>	<b>0,028</b>	0,036	0,032	0,016	0,046	0,030	<b>0,032</b>
Bid	0,080	0,025	0,034	0,039	<u>TG</u>	<b>0,045</b>	0,031	<u>0,33</u>	0,025	0,025	0,027	<b>0,088</b> *
Aug	0,064	0,054	0,038	0,044	<u>TG</u>	<b>0,050</b>	0,046	0,042	0,039	0,044	<u>0,09</u>	<b>0,053</b> *
Mün	<u>0,15</u>	0,187	<u>0,13</u>	<u>0,12</u>	<u>TG</u>	0,146 *	<u>0,13</u>	<u>0,15</u>	<u>0,16</u>	<u>0,20</u>	<u>0,26</u>	<b>0,177</b> *
Serienmittelwert	<b>0,045</b>	<b>0,072</b>	<b>0,028</b>	<b>0,030</b>	<b>0,038</b>		<b>0,032</b>	<b>0,030</b>	<b>0,024</b>	<b>0,034</b>	<b>0,030</b>	

nach Transformation

STABW pro Serie	0,023	0,072	0,008	0,009	0,000		0,009	0,008	0,009	0,010	0,004	
SW pro Serie	0,114	0,287	0,053	0,056	0,038		0,059	0,056	0,050	0,065	0,043	

Berechnung eines Schwellenwertes zur Betrachtung von Standortmittelwerten

STABW aller transformierten Werte	0,038		0,008	
MW aller Serienmittelwerte	0,043		0,030	
<b>SW</b>	<b>0,093</b>		<b>0,041</b>	

<b>fett = berechnete Werte</b>
<b>fett + kursiv = neu berechneter MW</b>
grau unterlegt = nach Transformationsschritten berechnete Werte
Kleinschrift = Werte halber Nachweisgrenze
<u>unterstrichen</u> = zur Berechnung des Serienmittelwertes und des SW ungeeigneter Wert
Wert <u>nur</u> bei der Berechnung der Standortmittelwerte berücksichtigt
<u>TG</u> = Trockengewichtsgrenze von 1,0 g je Probentopf unterschritten, Probe verworfen
* = Standortmittelwert übertrifft SW

Tab. 3.1.4-10b: Schwermetall-Biomonitoring mit standardisierter Graskultur 2000: Antimon (mit städtischen Stationen)

Antimon [mg/kg TS]												
Serien 2000	Weidelgras (klein)						Weidelgras (groß)					
	17.05. - 14.06.	14.06. - 12.07.	12.07. - 09.08.	09.08. - 06.09.	06.09. - 06.10.	Standort-mittelwert	17.05. - 14.06.	14.06. - 12.07.	12.07. - 09.08.	09.08. - 06.09.	06.09. - 06.10.	Standort-mittelwert
Wbb	0,044	0,067	0,033	0,036	0,021	<b>0,040</b>	<u>0,05</u>	0,033	0,026	0,037	0,024	<b>0,034</b>
Wßs	0,031	0,022	0,029	0,025	0,056	<b>0,033</b>	0,026	0,019	0,022	0,021	0,033	<b>0,024</b>
Ein	0,030	0,045	0,041	0,026	0,033	<b>0,035</b>	0,030	0,029	0,039	0,027	0,035	<b>0,032</b>
Shy	0,114	0,022	0,024	0,026	0,041	<b>0,045</b>	0,030	0,024	<u>0,07</u>	0,033	0,057	<b>0,042</b>
Gra	0,024	0,027	0,026	0,034	0,020	<b>0,026</b>	0,026	0,035	0,024	0,035	0,020	<b>0,028</b>
Bid	0,031	0,031	0,021	0,021	0,030	<b>0,027</b>	0,030	0,029	0,021	0,026	0,031	<b>0,027</b>
Aug	0,038	0,070	0,041	<u>0,06</u>	0,071	<b>0,056</b>	0,034	<u>0,06</u>	0,036	<u>0,07</u>	0,076	<b>0,054</b> *
Mün	0,103	<u>0,22</u>	<u>0,20</u>	<u>0,15</u>	<u>0,15</u>	0,164 *	<u>0,09</u>		<u>0,18</u>	<u>0,15</u>	<u>0,12</u>	<b>0,134</b> *
Serienmittelwert	<b>0,052</b>	<b>0,041</b>	<b>0,031</b>	<b>0,028</b>	<b>0,039</b>		<b>0,029</b>	<b>0,028</b>	<b>0,028</b>	<b>0,030</b>	<b>0,039</b>	

nach Transformation

STABW pro Serie	0,036	0,021	0,008	0,006	0,019		0,003	0,006	0,008	0,006	0,020	
SW pro Serie	0,159	0,102	0,055	0,045	0,095		0,038	0,045	0,050	0,048	0,098	

Berechnung eines Schwellenwertes zur Betrachtung von Standortmittelwerten

STABW aller transformierten Werte	0,020		0,010	
MW aller Serienmittelwerte	0,038		0,031	
<b>SW</b>	<b>0,065</b>		<b>0,044</b>	

Tab. 3.1.4-10c: Schwermetall-Biomonitoring mit standardisierter Graskultur 2001: Antimon (mit städtischen Stationen)

Antimon [mg/kg TS]												
Serien 2001	Weidelgras (klein)						Weidelgras (groß)					
	16.05. - 13.06.	13.06. - 11.07.	11.07. - 08.08.	08.08. - 05.09.	05.09. - 03.10.	Standort-mittelwert	16.05. - 13.06.	13.06. - 11.07.	11.07. - 08.08.	08.08. - 05.09.	05.09. - 03.10.	Standort-mittelwert
Wbb	0,032	0,021	0,015	0,046	0,027	<b>0,028</b>	<u>0,09</u>	0,022	0,018	0,040	0,028	<b>0,039</b> *
Wßs	0,035	0,021	0,015	0,041	0,044	<b>0,031</b>	0,027	0,031	0,017	0,044		<b>0,030</b>
Ein	0,031	0,025	0,024	0,032	0,041	<b>0,031</b>	0,031	0,022	0,024	0,034	0,033	<b>0,029</b>
Shy	0,026	0,017	0,020	0,161	<u>TG</u>	<b>0,056</b>	0,027	0,020	0,020	0,051	<u>TG</u>	<b>0,029</b>
Gra	0,029	0,015	0,020	0,039	0,022	<b>0,025</b>	0,029	0,015	0,022	0,033	<u>TG</u>	<b>0,025</b>
Bid	0,046	0,032	0,018	0,031	<u>TG</u>	<b>0,032</b>	0,025	0,027	0,022	0,032	0,028	<b>0,027</b>
Aug	0,053	<u>0,05</u>	<u>0,05</u>	0,065	0,039	<b>0,051</b>	0,044	<u>0,06</u>	<u>0,05</u>	0,057	0,044	<b>0,050</b> *
Mün	<u>0,17</u>	<u>0,17</u>	<u>0,10</u>	0,180	<u>TG</u>	<b>0,158</b> *	<u>0,16</u>	<u>0,17</u>	<u>0,13</u>	<u>0,16</u>	<u>TG</u>	<b>0,158</b> *
Serienmittelwert	<b>0,036</b>	<b>0,022</b>	<b>0,019</b>	<b>0,074</b>	<b>0,035</b>		<b>0,031</b>	<b>0,023</b>	<b>0,020</b>	<b>0,042</b>	<b>0,033</b>	
nach Transformation												
STABW pro Serie	<b>0,010</b>	<b>0,006</b>	<b>0,004</b>	<b>0,060</b>	<b>0,010</b>		<b>0,007</b>	<b>0,006</b>	<b>0,003</b>	<b>0,010</b>	<b>0,007</b>	
SW pro Serie	<b>0,066</b>	<b>0,040</b>	<b>0,030</b>	<b>0,256</b>	<b>0,063</b>		<b>0,052</b>	<b>0,040</b>	<b>0,028</b>	<b>0,071</b>	<b>0,056</b>	
Berechnung eines Schwellenwertes zur Betrachtung von Standortmittelwerten												
STABW aller transformierten Werte						<b>0,029</b>						<b>0,007</b>
MW aller Serienmittelwerte						<b>0,037</b>						<b>0,030</b>
<b>SW</b>						<b>0,077</b>						<b>0,038</b>

Tab. 3.1.4-10d: Schwermetall-Biomonitoring Zusammenfassung: Antimon [mg/kg TS] (mit städtischen Stationen)

Sb	Kleine Graskultur					Große Graskultur				
	SW	max. Standortmittel	min. Standortmittel			SW	max. Standortmittel	min. Standortmittel		
1999	0,093	<b>0,146</b> Mün	0,025	Wbb		0,041	<b>0,177</b> Mün	0,024	Wßs	1999
2000	0,065	<b>0,164</b> Mün	0,026	Gra		0,044	<b>0,134</b> Mün	0,027	Bid	2000
2001	0,077	<b>0,158</b> Mün	0,025	Gra		0,038	<b>0,158</b> Mün	0,025	Gra	2001

**fett** = Station übertrifft den Schwellenwert SW

Beim Vergleich der städtischen Station München mit den anderen, eher ländlich geprägten Stationen, fällt auf: die Antimon-Immissionswirkung zeigt einen ausgeprägten, negativen Gradienten von der städtischen zu den ländlichen Stationen. Das lässt sich sowohl in den kleinen als auch in den großen Graskulturen beobachten. Augsburg nimmt hinsichtlich der beiden Extrema eine Mittelstellung ein: bei der Antimonanreicherung liegt sie nur knapp über den ländlichen Stationen. Der bereits in früheren Untersuchungen beobachtete Zusammenhang des Kfz-Verkehrs als Antimonquelle, konnte für den Beprobungszeitraum 1999-2001 bestätigt werden.

Tab. 3.1.4- 11a: Schwermetall-Biomonitoring mit standardisierter Graskultur 1999: Antimon (ohne städtische Stationen)

<b>Antimon (ohne Stadt) [mg/kg TS]</b>												
	Weidelgras (klein) 14-tägig						Weidelgras (groß)					
Serien 1999	19.05. - 16.06.	16.06. - 14.07.	11.08. - 08.09.	14.07. - 11.08.	08.09. - 06.10.	Standort-mittelwert	19.05. - 16.06.	16.06. - 14.07.	11.08. - 08.09.	14.07. - 11.08.	08.09. - 06.10.	Standort-mittelwert
Wbb	0,021	0,029	0,017	0,018	0,038	<b>0,025</b>	0,024	0,022	0,014	0,031	0,032	<b>0,025</b>
Wßs	0,041	0,031	<u>TG</u>	0,025	0,038	<b>0,034</b>	0,032	0,022	0,022	0,020	0,025	<b>0,024</b>
Ein	0,025	<u>0,19</u>	0,033	0,027	<u>TG</u>	<b>0,068</b> *	0,018	0,038	0,030	0,043	0,037	<b>0,033</b>
Shy	0,041	0,029	0,022	0,028	<u>TG</u>	<b>0,030</b>	0,037	0,026	0,019	0,029	0,027	<b>0,028</b>
Gra	<u>TG</u>	0,035	0,022	0,027	<u>TG</u>	<b>0,028</b>	0,036	0,032	0,016	0,046	0,030	<b>0,032</b>
Bid	0,080	0,025	0,034	0,039	<u>TG</u>	<b>0,045</b>	0,031	<u>0,33</u>	0,025	0,025	0,027	<b>0,088</b> *
Aug												
Mün												
Serienmittelwert	<b>0,042</b>	<b>0,030</b>	<b>0,026</b>	<b>0,027</b>	<b>0,038</b>		<b>0,030</b>	<b>0,028</b>	<b>0,021</b>	<b>0,032</b>	<b>0,030</b>	
nach Transformation												
STABW pro Serie	<b>0,023</b>	<b>0,004</b>	<b>0,008</b>	<b>0,007</b>	<b>0,000</b>		<b>0,007</b>	<b>0,007</b>	<b>0,006</b>	<b>0,010</b>	<b>0,004</b>	
SW pro Serie	<b>0,112</b>	<b>0,041</b>	<b>0,048</b>	<b>0,048</b>	<b>0,038</b>		<b>0,052</b>	<b>0,049</b>	<b>0,039</b>	<b>0,063</b>	<b>0,043</b>	
Berechnung eines Schwellenwertes zur Betrachtung von Standortmittelwerten												
STABW aller transformierten Werte						<b>0,011</b>						<b>0,007</b>
MW aller Serienmittelwerte						<b>0,032</b>						<b>0,028</b>
<b>SW</b>						<b>0,047</b>						<b>0,037</b>

<b>fett = berechnete Werte</b>
<b>fett + kursiv = neu berechneter MW</b>
grau unterlegt = nach Transformationsschritten berechnete Werte
Kleinschrift = Werte halber Nachweisgrenze
<u>unterstrichen</u> = zur Berechnung des Serienmittelwertes und des SW ungeeigneter Wert
Wert <u>nur</u> bei der Berechnung der Standortmittelwerte berücksichtigt
<u>TG</u> = Trockengewichtsgrenze von 1,0 g je Probentopf unterschritten, Probe verworfen
* = Standortmittelwert übertrifft SW

Tab. 3.1.4- 11b: Schwermetall-Biomonitoring mit standardisierter Graskultur 2000: Antimon (ohne städtische Stationen)

<b>Antimon (ohne Stadt) [mg/kg TS]</b>												
	Weidelgras (klein)						Weidelgras (groß)					
Serien 2000	17.05. - 14.06.	14.06. - 12.07.	12.07. - 09.08.	09.08. - 06.09.	06.09. - 06.10.	Standort-mittelwert	17.05. - 14.06.	14.06. - 12.07.	12.07. - 09.08.	09.08. - 06.09.	06.09. - 06.10.	Standort-mittelwert
Wbb	0,044	0,067	0,033	0,036	0,021	<b>0,040</b>	0,052	0,033	0,026	0,037	0,024	<b>0,034</b>
Wßs	0,031	0,022	0,029	0,025	0,056	<b>0,033</b>	0,026	0,019	0,022	0,021	0,033	<b>0,024</b>
Ein	0,030	0,045	0,041	0,026	0,033	<b>0,035</b>	0,030	0,029	0,039	0,027	0,035	<b>0,032</b>
Shy	0,114	0,022	0,024	0,026	0,041	<b>0,045</b>	0,030	0,024	0,065	0,033	0,057	<b>0,042</b>
Gra	0,024	0,027	0,026	0,034	0,020	<b>0,026</b>	0,026	0,035	0,024	0,035	0,020	<b>0,028</b>
Bid	0,031	0,031	0,021	0,021	0,030	<b>0,027</b>	0,030	0,029	0,021	0,026	0,031	<b>0,027</b>
Aug												
Mün												
Serienmittelwert	<b>0,032</b>	<b>0,036</b>	<b>0,029</b>	<b>0,028</b>	<b>0,034</b>		<b>0,032</b>	<b>0,028</b>	<b>0,033</b>	<b>0,030</b>	<b>0,033</b>	
nach Transformation												
STABW pro Serie	<b>0,007</b>	<b>0,018</b>	<b>0,007</b>	<b>0,006</b>	<b>0,014</b>		<b>0,010</b>	<b>0,006</b>	<b>0,017</b>	<b>0,006</b>	<b>0,013</b>	
SW pro Serie	<b>0,054</b>	<b>0,088</b>	<b>0,051</b>	<b>0,045</b>	<b>0,074</b>		<b>0,061</b>	<b>0,045</b>	<b>0,083</b>	<b>0,048</b>	<b>0,071</b>	
Berechnung eines Schwellenwertes zur Betrachtung von Standortmittelwerten												
STABW aller transformierten Werte						<b>0,011</b>						<b>0,010</b>
MW aller Serienmittelwerte						<b>0,032</b>						<b>0,031</b>
<b>SW</b>						<b>0,046</b>						<b>0,045</b>

Tab. 3.1.4- 11c: Schwermetall-Biomonitoring mit standardisierter Graskultur 2001: Antimon (ohne städtische Stationen)

Antimon (ohne Stadt) [mg/kg TS]													
Serien 2001	Weidelgras (klein)						Weidelgras (groß)						
	16.05. - 13.06.	13.06. - 11.07.	11.07. - 08.08.	08.08. - 05.09.	05.09. - 03.10.	Standort-mittelwert	16.05. - 13.06.	13.06. - 11.07.	11.07. - 08.08.	08.08. - 05.09.	05.09. - 03.10.	Standort-mittelwert	
Wbb	0,032	0,021	0,015	0,046	0,027	<b>0,028</b>	<u>0,09</u>	0,022	0,018	0,040	0,028	<b>0,039</b> *	
Wßs	0,035	0,021	0,015	0,041	0,044	<b>0,031</b>	0,027	0,031	0,017	0,044		<b>0,030</b>	
Ein	0,031	0,025	0,024	0,032	0,041	<b>0,031</b>	0,031	0,022	0,024	0,034	0,033	<b>0,029</b>	
Shy	0,026	0,017	0,020	<u>0,16</u>	<u>TG</u>	<b>0,056</b> *	0,027	0,020	0,020	0,051	<u>TG</u>	<b>0,029</b>	
Gra	0,029	0,015	0,020	0,039	0,022	<b>0,025</b>	0,029	0,015	0,022	0,033	<u>TG</u>	<b>0,025</b>	
Bid	0,046	0,032	0,018	0,031	<u>TG</u>	<b>0,032</b>	0,025	0,027	0,022	0,032	0,028	<b>0,027</b>	
Aug													
Mün													
Serienmittelwert	<b>0,033</b>	<b>0,022</b>	<b>0,019</b>	<b>0,038</b>	<b>0,034</b>		<b>0,028</b>	<b>0,023</b>	<b>0,020</b>	<b>0,039</b>	<b>0,028</b>		
nach Transformation													
STABW pro Serie	<b>0,007</b>	<b>0,006</b>	<b>0,004</b>	<b>0,006</b>	<b>0,011</b>		<b>0,002</b>	<b>0,006</b>	<b>0,003</b>	<b>0,008</b>	<b>0,005</b>		
SW pro Serie	<b>0,054</b>	<b>0,040</b>	<b>0,030</b>	<b>0,056</b>	<b>0,065</b>		<b>0,035</b>	<b>0,040</b>	<b>0,028</b>	<b>0,062</b>	<b>0,041</b>		
Berechnung eines Schwellenwertes zur Betrachtung von Standortmittelwerten													
STABW aller transformierten Werte												<b>0,005</b>	
MW aller Serienmittelwerte												<b>0,028</b>	
<b>SW</b>												<b>0,034</b>	

Der Kfz-Verkehr emittiert durch Abrieb an Bremsen und Kupplungen Antimon. In städtischen Räumen ist in Folge der spezifischen Verkehrssituation demnach mit einer höheren Immissionswirkung zu rechnen als in ländlichen Räumen. Um mögliche lokale Einflussfaktoren bei der Betrachtung der Hintergrund-„Belastung“ zu minimieren, werden im Folgenden die Antimon-Immissionswirkung ausschließlich an den „ländlichen“ Stationen betrachtet.

Tab. 3.1.4- 11d: Schwermetall-Biomonitoring Zusammenfassung: Antimon [mg/kg TS] (**ohne städtische Stationen**)

Sb o.S.	Kleine Graskultur				Große Graskultur						
	SW	max. Standortmittel	min. Standortmittel		SW	max. Standortmittel	min. Standortmittel				
1999	0,047	<b>0,068</b>	<b>Ein</b>	0,025	Wbb	0,037	<b>0,088</b>	<b>Bid</b>	0,024	Wßs	1999
2000	0,046	0,045	Shy	0,026	Gra	0,045	0,042	Shy	0,027	Bid	2000
2001	0,037	<b>0,056</b>	<b>Shy</b>	0,025	Gra	0,034	<b>0,039</b>	<b>Wbb</b>	0,025	Gra	2001

**fett** = Station übertrifft den Schwellenwert SW

Wenn in die Berechnung des Schwellenwertes nur die „ländlichen“ Stationen einbezogen werden, verringert sich der SW bei der kleinen 2-wöchigen Graskultur (1999) auf rund 50 % (0,047 mg statt 0,093 mg Sb/kg TS), bei der großen Graskultur ist dieser Effekt nicht zu beobachten.

Tab. 3.1.4-12a: Schwermetall-Biomonitoring mit standardisierter Graskultur 1999: Titan

Titan [mg/kg TS]												
	Weidelgras (klein) 14-tägig						Weidelgras (groß)					
Serien 1999	19.05. - 16.06.	16.06. - 14.07.	11.08. - 08.09.	14.07. - 11.08.	08.09. - 06.10.	Standort- mittelwert	19.05. - 16.06.	16.06. - 14.07.	11.08. - 08.09.	14.07. - 11.08.	08.09. - 06.10.	Standort- mittelwert
Wbb	1,5	1,6	1,8	4,4	5,1	<b>2,9</b>	1,3	1,4	1,1	2,4	1,5	<b>1,5</b>
Wßs	10,2	2,3	<u>IG</u>	4,1	4,1	<b>5,2</b>	2,6	2,0	3,0	2,8	2,0	<b>2,5</b>
Ein	2,2	2,1	3,1	2,5	<u>IG</u>	<b>2,5</b>	1,9	1,5	6,4	2,7	2,9	<b>3,1</b>
Shy	9,6	1,9	2,4	<u>8,58</u>	<u>IG</u>	<b>5,6</b>	3,4	2,0	7,9	<u>4,20</u>	2,0	<b>3,9</b>
Gra	<u>IG</u>	2,8	2,0	1,9	<u>IG</u>	<b>2,2</b>	<u>6,85</u>	<u>3,41</u>	2,1	1,9	1,0	<b>3,0</b>
Bid	10,0	2,7	2,2	2,8	<u>IG</u>	<b>4,4</b>	1,7	1,9	2,8	2,1	1,2	<b>1,9</b>
Aug	2,9	2,3	1,4	1,3	<u>IG</u>	<b>2,0</b>	1,7	1,3	1,6	1,5	1,2	<b>1,5</b>
Mün	<u>20,50</u>	<u>3,85</u>	4,1	2,6	<u>IG</u>	<b>7,8</b> *	3,8	2,2	6,9	2,8	2,2	<b>3,6</b>
Serienmittelwert	<b>6,1</b>	<b>2,2</b>	<b>2,4</b>	<b>2,8</b>	<b>4,6</b>		<b>2,3</b>	<b>1,8</b>	<b>4,0</b>	<b>2,3</b>	<b>1,8</b>	
nach Transformation												
STABW pro Serie	<b>4,3</b>	<b>0,4</b>	<b>0,9</b>	<b>1,1</b>	<b>0,7</b>		<b>1,0</b>	<b>0,3</b>	<b>2,7</b>	<b>0,5</b>	<b>0,7</b>	
SW pro Serie	<b>18,9</b>	<b>3,5</b>	<b>5,1</b>	<b>6,1</b>	<b>6,8</b>		<b>5,2</b>	<b>2,8</b>	<b>11,9</b>	<b>3,8</b>	<b>3,7</b>	
Berechnung eines Schwellenwertes zur Betrachtung von Standortmittelwerten												
STABW aller transformierten Werte						<b>1,9</b>						<b>1,3</b>
MW aller Serienmittelwerte						<b>3,6</b>						<b>2,4</b>
<b>SW</b>						<b>6,2</b>						<b>4,2</b>

<b>fett = berechnete Werte</b>
<b>fett + kursiv = neu berechneter MW</b>
grau unterlegt = nach Transformationsschritten berechnete Werte
Kleinschrift = Werte halber Nachweisgrenze
<u>unterstrichen</u> = zur Berechnung des Serienmittelwertes und des SW ungeeigneter Wert
Wert <u>nur</u> bei der Berechnung der Standortmittelwerte berücksichtigt
<u>IG</u> = Trockengewichtsgrenze von 1,0 g je Probentopf unterschritten, Probe verworfen
* = Standortmittelwert übertrifft SW

Tab. 3.1.4-12b: Schwermetall-Biomonitoring mit standardisierter Graskultur 2000: Titan

Titan [mg/kg TS]												
	Weidelgras (klein)						Weidelgras (groß)					
Serien 2000	17.05. - 14.06.	14.06. - 12.07.	12.07. - 09.08.	09.08. - 06.09.	06.09. - 06.10.	Standort- mittelwert	17.05. - 14.06.	14.06. - 12.07.	12.07. - 09.08.	09.08. - 06.09.	06.09. - 06.10.	Standort- mittelwert
Wbb	1,7	1,2	1,2	1,4	1,3	<b>1,3</b>	1,4	1,2	1,1	1,3	1,5	<b>1,3</b>
Wßs	1,9	1,9	1,7	2,2	<u>3,64</u>	<b>2,3</b>	1,8	1,3	1,8	2,0	3,6	<b>2,1</b>
Ein	1,4	2,5	1,8	2,0	2,6	<b>2,0</b>	2,3	2,9	2,4	2,7	<u>3,0</u>	<b>2,6</b>
Shy	3,3	2,3	1,2	1,5	2,1	<b>2,1</b>	3,3	<u>2,1</u>	1,7	2,2	2,5	<b>2,4</b>
Gra	1,8	2,2	1,1	1,3	1,3	<b>1,5</b>	1,8	3,0	<u>1,3</u>	1,6	1,2	<b>1,8</b>
Bid	<u>7,42</u>	4,2	1,3	1,0	1,5	<b>3,1</b> *	1,6	4,5	1,6	1,2	2,2	<b>2,2</b>
Aug	0,8	2,0	0,9	2,6	1,3	<b>1,5</b>	0,9	1,4	1,1	1,4	1,7	<b>1,3</b>
Mün	3,1	4,2	1,9	1,5	2,1	<b>2,6</b>	2,6		1,9	1,8	2,1	<b>2,1</b>
Serienmittelwert	<b>2,0</b>	<b>2,6</b>	<b>1,4</b>	<b>1,7</b>	<b>1,7</b>		<b>2,0</b>	<b>2,3</b>	<b>1,6</b>	<b>1,8</b>	<b>2,2</b>	
nach Transformation												
STABW pro Serie	<b>0,9</b>	<b>1,1</b>	<b>0,4</b>	<b>0,5</b>	<b>0,5</b>		<b>0,7</b>	<b>1,2</b>	<b>0,4</b>	<b>0,5</b>	<b>0,8</b>	
SW pro Serie	<b>4,7</b>	<b>5,8</b>	<b>2,5</b>	<b>3,3</b>	<b>3,3</b>		<b>4,1</b>	<b>5,9</b>	<b>2,8</b>	<b>3,2</b>	<b>4,6</b>	
Berechnung eines Schwellenwertes zur Betrachtung von Standortmittelwerten												
STABW aller transformierten Werte						<b>0,7</b>						<b>0,7</b>
MW aller Serienmittelwerte						<b>1,9</b>						<b>2,0</b>
<b>SW</b>						<b>2,8</b>						<b>2,9</b>

Tab. 3.1.4-12c: Schwermetall-Biomonitoring mit standardisierter Graskultur 2001: Titan

Titan [mg/kg TS]												
Serien 2001	Weidelgras (klein)						Weidelgras (groß)					
	16.05. - 13.06.	13.06. - 11.07.	11.07. - 08.08.	08.08. - 05.09.	05.09. - 03.10.	Standort-mittelwert	16.05. - 13.06.	13.06. - 11.07.	11.07. - 08.08.	08.08. - 05.09.	05.09. - 03.10.	Standort-mittelwert
Wbb	1,0	1,8	1,3	1,2	1,1	<b>1,3</b>	1,0	2,2	1,4	1,3	1,0	<b>1,4</b>
Wßs	1,6	<u>2,52</u>	3,7	2,6	2,2	<b>2,5</b>	1,5	3,5	3,1	3,0		<b>2,8</b> *
Ein	1,8	1,7	3,7	2,8	2,1	<b>2,4</b>	1,4	2,1	4,7	2,2	2,0	<b>2,5</b>
Shy	1,9	1,7	3,5	1,4	<u>TG</u>	<b>2,1</b>	1,4	1,9	3,9	2,1	<u>TG</u>	<b>2,3</b>
Gra	<u>5,70</u>	1,7	1,4	1,3	1,4	<b>2,3</b>	1,0	1,7	1,5	1,4	<u>TG</u>	<b>1,4</b>
Bid	1,0	1,6	1,7	1,4	<u>TG</u>	<b>1,4</b>	1,1	1,9	2,2	1,1	2,2	<b>1,7</b>
Aug	0,9	1,4	3,2	0,9	1,1	<b>1,5</b>	0,8	1,8	2,4	0,9	1,2	<b>1,4</b>
Mün	1,1	1,6	2,1	1,7	<u>TG</u>	<b>1,6</b>	1,3	2,1	2,2	1,4	<u>TG</u>	<b>1,7</b>
Serienmittelwert	<b>1,3</b>	<b>1,6</b>	<b>2,6</b>	<b>1,7</b>	<b>1,6</b>		<b>1,2</b>	<b>2,0</b>	<b>2,7</b>	<b>1,7</b>	<b>1,6</b>	
nach Transformation												
STABW pro Serie	<b>0,4</b>	<b>0,1</b>	<b>1,1</b>	<b>0,7</b>	<b>0,5</b>		<b>0,2</b>	<b>0,2</b>	<b>1,1</b>	<b>0,7</b>	<b>0,6</b>	
SW pro Serie	<b>2,6</b>	<b>2,0</b>	<b>5,8</b>	<b>3,8</b>	<b>3,1</b>		<b>1,9</b>	<b>2,5</b>	<b>6,1</b>	<b>3,8</b>	<b>3,3</b>	
Berechnung eines Schwellenwertes zur Betrachtung von Standortmittelwerten												
STABW aller transformierten Werte						<b>0,6</b>						
MW aller Serienmittelwerte						<b>1,8</b>						
<b>SW</b>						<b>2,6</b>						<b>2,7</b>

Tab. 3.1.4-12d: Schwermetall-Biomonitoring Zusammenfassung: Titan [mg/kg TS]

Ti	Kleine Graskultur					Große Graskultur					
	SW	max. Standortmittel	min. Standortmittel			SW	max. Standortmittel	min. Standortmittel			
1999	6,2	<b>7,8</b>	<b>Mün</b>	2,2	Gra	4,2	3,9	Shy	1,5	Aug	1999
2000	2,8	<b>3,1</b>	<b>Bid</b>	1,3	Wbb	2,9	2,6	Ein	1,3	Wbb Aug	2000
2001	2,6	2,5	Wßs	1,3	Wbb	2,7	<b>2,8</b>	<b>Wßs</b>	1,4	Wbb Aug	2001

**fett** = Station übertrifft den Schwellenwert SW

Der Schwellenwert in kleiner 2-wöchiger Graskultur, Beprobung 1999, ist deutlich höher als der aus der großen Graskultur – ab 2000 (beide Graskulturen 4-wöchig exponiert) weichen die beiden Werte nur noch geringfügig voneinander ab. Ähnliches gilt für den Vergleich der Standortmittelwerte (Tab. 3.1.4-12a bis 12c).

Tab. 3.1.4-13a: Schwermetall-Biomonitoring mit standardisierter Graskultur 1999: Vanadium

Vanadium [mg/kg TS]												
	Weidelgras (klein) 14-tägig						Weidelgras (groß)					
Serien 1999	19.05. - 16.06.	16.06. - 14.07.	11.08. - 08.09.	14.07. - 11.08.	08.09. - 06.10.	Standort-mittelwert	19.05. - 16.06.	16.06. - 14.07.	11.08. - 08.09.	14.07. - 11.08.	08.09. - 06.10.	Standort-mittelwert
Wbb	0,25	0,13	0,05	0,05	0,13	<b>0,12</b>	0,05	0,05	0,05	0,05	0,05	<b>0,05</b>
Wßs	0,25	0,13	<u>TG</u>	0,11	0,11	<b>0,15</b>	0,05	0,05	0,05	0,05	0,05	<b>0,05</b>
Ein	0,25	<u>0,27</u>	0,12	0,05	<u>TG</u>	<b>0,17</b> *	0,05	0,05	<u>0,16</u>	0,05	<u>0,14</u>	<b>0,09</b> *
Shy	0,25	0,13	0,05	0,16	<u>TG</u>	<b>0,15</b>	<u>0,13</u>	0,05	0,05	<u>0,14</u>	0,05	<b>0,08</b> *
Gra	<u>TG</u>	0,13	0,05	0,05	<u>TG</u>	<b>0,08</b>	0,05	0,05	0,05	0,05	0,05	<b>0,05</b>
Bid	0,25	0,13	0,05	0,11	<u>TG</u>	<b>0,13</b>	0,05	0,05	0,05	0,05	0,05	<b>0,05</b>
Aug	0,25	0,13	0,05	0,05	<u>TG</u>	<b>0,12</b>	0,05	0,05	0,05	0,05	0,05	<b>0,05</b>
Mün	<u>0,29</u>	0,13	0,10	0,05	<u>TG</u>	<b>0,14</b>	0,05	0,05	<u>0,11</u>	0,05	0,05	<b>0,06</b> *
Serienmittelwert	<b>0,25</b>	<b>0,13</b>	<b>0,07</b>	<b>0,08</b>	<b>0,12</b>		<b>0,05</b>	<b>0,05</b>	<b>0,05</b>	<b>0,05</b>	<b>0,05</b>	
nach Transformation												
STABW pro Serie	<b>0,00</b>	<b>0,00</b>	<b>0,03</b>	<b>0,04</b>	<b>0,02</b>		<b>0,00</b>	<b>0,00</b>	<b>0,00</b>	<b>0,00</b>	<b>0,00</b>	
SW pro Serie	<b>0,25</b>	<b>0,13</b>	<b>0,16</b>	<b>0,20</b>	<b>0,17</b>		<b>0,05</b>	<b>0,05</b>	<b>0,05</b>	<b>0,05</b>	<b>0,05</b>	
Berechnung eines Schwellenwertes zur Betrachtung von Standortmittelwerten												
STABW aller transformierten Werte						<b>0,02</b>						<b>0,00</b>
MW aller Serienmittelwerte						<b>0,13</b>						<b>0,05</b>
<b>SW</b>						<b>0,16</b>						<b>0,05</b>

**fett = berechnete Werte**  
**fett + kursiv = neu berechneter MW**  
 grau unterlegt = nach Transformationschritten berechnete Werte  
 Kleinschrift = Werte halber Nachweisgrenze  
unterstrichen = zur Berechnung des Serienmittelwertes und des SW ungeeigneter Wert  
 Wert nur bei der Berechnung der Standortmittelwerte berücksichtigt  
TG = Trockengewichtsgrenze von 1,0 g je Probentopf unterschritten, Probe verworfen  
 \* = Standortmittelwert übertrifft SW

Tab. 3.1.4-13b: Schwermetall-Biomonitoring mit standardisierter Graskultur 2000: Vanadium

Vanadium [mg/kg TS]												
	Weidelgras (klein)						Weidelgras (groß)					
Serien 2000	17.05. - 14.06.	14.06. - 12.07.	12.07. - 09.08.	09.08. - 06.09.	06.09. - 06.10.	Standort-mittelwert	17.05. - 14.06.	14.06. - 12.07.	12.07. - 09.08.	09.08. - 06.09.	06.09. - 06.10.	Standort-mittelwert
Wbb	0,09	0,04	0,04	0,04	0,04	<b>0,05</b>	0,04	0,04	0,04	0,04	0,04	<b>0,04</b>
Wßs	0,09	0,04	0,04	0,08	0,10	<b>0,07</b>	0,07	0,04	0,08	0,07	0,12	<b>0,08</b>
Ein	0,11	0,14	0,10	0,14	0,10	<b>0,12</b>	0,10	0,16	0,12	0,14	<u>0,12</u>	<b>0,13</b>
Shy	0,17	0,08	<u>0,04</u>	0,09	0,11	<b>0,09</b>	0,17	<u>0,08</u>	<u>0,04</u>	0,12	0,12	<b>0,10</b>
Gra	0,07	0,09	0,04	0,07	0,04	<b>0,06</b>	0,09	0,14	0,04	0,07	0,04	<b>0,07</b>
Bid	0,16	0,20	0,09	0,04	0,04	<b>0,10</b>	0,04	0,21	0,09	0,04	0,09	<b>0,09</b>
Aug	0,04	0,08	0,04	0,04	0,04	<b>0,04</b>	0,04	0,04	0,04	0,04	0,04	<b>0,04</b>
Mün	0,13	0,14	<u>0,04</u>	0,08	0,04	<b>0,08</b>	0,10		<u>0,04</u>	0,04	0,04	<b>0,05</b>
Serienmittelwert	<b>0,11</b>	<b>0,10</b>	<b>0,05</b>	<b>0,07</b>	<b>0,06</b>		<b>0,08</b>	<b>0,10</b>	<b>0,06</b>	<b>0,07</b>	<b>0,07</b>	
nach Transformation												
STABW pro Serie	<b>0,04</b>	<b>0,06</b>	<b>0,03</b>	<b>0,04</b>	<b>0,04</b>		<b>0,05</b>	<b>0,07</b>	<b>0,03</b>	<b>0,04</b>	<b>0,04</b>	
SW pro Serie	<b>0,24</b>	<b>0,27</b>	<b>0,14</b>	<b>0,17</b>	<b>0,17</b>		<b>0,21</b>	<b>0,31</b>	<b>0,16</b>	<b>0,19</b>	<b>0,19</b>	
Berechnung eines Schwellenwertes zur Betrachtung von Standortmittelwerten												
STABW aller transformierten Werte						<b>0,04</b>						<b>0,04</b>
MW aller Serienmittelwerte						<b>0,08</b>						<b>0,08</b>
<b>SW</b>						<b>0,13</b>						<b>0,13</b>

Tab. 3.1.4-13c: Schwermetall-Biomonitoring mit standardisierter Graskultur 2001: Vanadium

Vanadium [mg/kg TS]												
Serien 2001	Weidelgras (klein)						Weidelgras (groß)					
	16.05. - 13.06.	13.06. - 11.07.	11.07. - 08.08.	08.08. - 05.09.	05.09. - 03.10.	Standort-mittelwert	16.05. - 13.06.	13.06. - 11.07.	11.07. - 08.08.	08.08. - 05.09.	05.09. - 03.10.	Standort-mittelwert
Wbb	0,035	0,08	0,035	0,035	0,035	<b>0,04</b>	0,035	0,10	0,035	0,035	0,035	<b>0,05</b>
Wßs	0,035	0,09	0,14	0,035	0,035	<b>0,07</b>	0,035	0,11	0,13	0,035		<b>0,08</b>
Ein	0,035	0,08	0,23	<b>0,10</b>	0,035	<b>0,10</b>	0,035	0,09	0,19	0,035	0,035	<b>0,08</b>
Shy	0,035	0,07	0,15	0,035	<u>TG</u>	<b>0,07</b>	0,035	0,07	0,17	0,035	<u>TG</u>	<b>0,08</b>
Gra	0,035	0,035	0,035	0,035	0,035	<b>0,04</b>	0,035	0,035	0,035	0,035	<u>TG</u>	<b>0,04</b>
Bid	0,035	0,07	0,08	0,035	<u>TG</u>	<b>0,05</b>	0,035	0,07	0,08	0,035	0,035	<b>0,05</b>
Aug	0,035	0,035	0,10	0,035	0,035	<b>0,05</b>	0,035	0,035	0,09	0,035	0,035	<b>0,05</b>
Mün	0,035	0,035	0,07	0,035	<u>TG</u>	<b>0,04</b>	0,035	0,035	0,07	0,035	<u>TG</u>	<b>0,04</b>
Serienmittelwert	<b>0,04</b>	<b>0,06</b>	<b>0,11</b>	<b>0,04</b>	<b>0,04</b>		<b>0,04</b>	<b>0,07</b>	<b>0,10</b>	<b>0,04</b>	<b>0,04</b>	
nach Transformation												
STABW pro Serie	0,00	0,02	0,07	0,00	0,00		0,00	0,03	0,06	0,00	0,00	
SW pro Serie	0,04	0,13	0,30	0,04	0,04		0,04	0,16	0,27	0,04	0,04	
Berechnung eines Schwellenwertes zur Betrachtung von Standortmittelwerten												
STABW aller transformierten Werte						0,03						0,03
MW aller Serienmittelwerte						0,05						0,06
<b>SW</b>						<b>0,10</b>						<b>0,09</b>

Tab. 3.1.4-13d: Schwermetall-Biomonitoring Zusammenfassung: Vanadium [mg/kg TS]

V	Kleine Graskultur					Große Graskultur					
	SW	max. Standortmittel	min. Standortmittel			SW	max. Standortmittel	min. Standortmittel			
1999	0,16	<b>0,17</b> Ein	0,08	Gra		0,05	<b>0,09</b> Ein	0,05	mehrere	1999	
2000	0,13	0,12	Ein	0,04	Aug	0,13	0,13	Ein	0,04	Wbb Aug	2000
2001	0,10	0,10	Ein	0,04	mehrere	0,09	0,08	mehrere	0,04	Gra Mün	2001

**fett** = Station übertrifft den Schwellenwert SW

Wie schon in den Vorjahren, bleibt ein Großteil der Messwerte unter der Bestimmungsgrenze: 1999 bei der kleinen Graskultur rund 25 %, bei der großen Graskultur rund 90 % aller Werte; 2000 und 2001 rund 50 % in beiden Graskulturen. Die Interpretation der Standortmittelwerte ist daher nur mit Einschränkungen möglich. Die höchsten Standortmittelwerte wurden – wie in den Jahren zuvor – an der Station Eining ermittelt. Sie deuten auf einen unverminderten Immissionseinfluß der petrochemischen Industrie im Großraum Ingolstadt.

Tab. 3.1.4-14a: Schwermetall-Biomonitoring mit standardisierter Graskultur 1999: Zink

Zink [mg/kg TS]												
	Weidelgras (klein) 14-tägig						Weidelgras (groß)					
Serien 1999	19.05. - 16.06.	16.06. - 14.07.	11.08. - 08.09.	14.07. - 11.08.	08.09. - 06.10.	Standort-mittelwert	19.05. - 16.06.	16.06. - 14.07.	11.08. - 08.09.	14.07. - 11.08.	08.09. - 06.10.	Standort-mittelwert
Wbb	45	36	44	44	48	43	34	35	40	45	37	38
Wßs	49	51	TG	45	46	48	36	50	48	42	37	43
Ein	43	45	46	48	TG	45	33	43	37	40	43	39
Shy	57	54	55	43	TG	52	37	44	36	37	39	39
Gra	TG	55	57	50	TG	54	43	51	41	42	33	42
Bid	118,00	25	50	47	TG	60 *	42	44	32	35	36	38
Aug	45	49	52	44	TG	48	36	36	37	32	29	34
Mün	220,00	440,00	62	58,20	TG	195 *	229,00	71,20	46	44	41	86 *
Serienmittelwert	48	45	52	46	47		37	43	40	40	37	
nach Transformation												
STABW pro Serie	5	11	6	3	2		4	6	5	5	5	
SW pro Serie	64	78	71	54	52		49	63	56	53	50	
Berechnung eines Schwellenwertes zur Betrachtung von Standortmittelwerten												
STABW aller transformierten Werte	6						5					
MW aller Serienmittelwerte	48						39					
SW	56						46					

**fett = berechnete Werte**  
**fett + kursiv = neu berechneter MW**  
 grau unterlegt = nach Transformationschritten berechnete Werte  
 Kleinschrift = Werte halber Nachweisgrenze  
unterstrichen = zur Berechnung des Serienmittelwertes und des SW ungeeigneter Wert  
 Wert nur bei der Berechnung der Standortmittelwerte berücksichtigt  
TG = Trockengewichtsgrenze von 1,0 g je Probentopf unterschritten, Probe verworfen  
 \* = Standortmittelwert übertrifft SW

Tab. 3.1.4-14b: Schwermetall-Biomonitoring mit standardisierter Graskultur 2000: Zink

Zink [mg/kg TS]												
	Weidelgras (klein)						Weidelgras (groß)					
Serien 2000	17.05. - 14.06.	14.06. - 12.07.	12.07. - 09.08.	09.08. - 06.09.	06.09. - 06.10.	Standort-mittelwert	17.05. - 14.06.	14.06. - 12.07.	12.07. - 09.08.	09.08. - 06.09.	06.09. - 06.10.	Standort-mittelwert
Wbb	44	44	43	36	44	42	46	48	39	41	51	45
Wßs	37	60	46	39	50	46	40	47	46	41	47	44
Ein	59	53	65,10	48	43	54	50	45	50	36	40	44
Shy	34	43	40	37	49	41	37	40	40	31	46	39
Gra	48	38	43	36	46	42	52	53	42	44	43	47
Bid	34	41	44	46	40	41	41	41	46	46	44	43
Aug	33	39	40	38	38	38	35	37	47	37	53	42
Mün	63	50	50	51	57	54 *	53		50	42	51	49
Serienmittelwert	44	46	44	41	46		44	44	45	40	47	
nach Transformation												
STABW pro Serie	12	8	4	6	6		7	5	4	5	5	
SW pro Serie	79	69	55	59	64		64	60	57	53	60	
Berechnung eines Schwellenwertes zur Betrachtung von Standortmittelwerten												
STABW aller transformierten Werte	7						5					
MW aller Serienmittelwerte	44						44					
SW	54						51					

Tab. 3.1.4-14c: Schwermetall-Biomonitoring mit standardisierter Graskultur 2001: Zink

Zink [mg/kg TS]												
	Weidelgras (klein)						Weidelgras (groß)					
Serien 2001	16.05. - 13.06.	13.06. - 11.07.	11.07. - 08.08.	08.08. - 05.09.	05.09. - 03.10.	Standort-mittelwert	16.05. - 13.06.	13.06. - 11.07.	11.07. - 08.08.	08.08. - 05.09.	05.09. - 03.10.	Standort-mittelwert
Wbb	27	44	40	33	65	42	33	50	57	40	64	49
Wßs	43	55	40	43	62	49	45	53	38	48		46
Ein	39	44	39	42	50	43	30	36	50	40	44	40
Shy	38	34	42	41	TG	39	33	57	44	42	TG	44
Gra	37	39	37	39	57	42	41	41	40	45	TG	42
Bid	39	39	28	66,20	TG	43	34	41	37	54	69	47
Aug	30	36	38	35	55	39	33	44	30	36	48	38
Mün	43	53	46	44	TG	46	47	44	48	53	TG	48
Serienmittelwert	37	43	39	40	58		37	46	43	45	56	
nach Transformation												
STABW pro Serie	6	8	5	4	6		7	7	9	6	12	
SW pro Serie	54	66	54	52	76		56	67	69	64	92	
Berechnung eines Schwellenwertes zur Betrachtung von Standortmittelwerten												
STABW aller transformierten Werte	6						7					
MW aller Serienmittelwerte	43						45					
<b>SW</b>	<b>51</b>						<b>55</b>					

Tab. 3.1.4-14d: Schwermetall-Biomonitoring Zusammenfassung: Zink [mg/kg TS]

Zn	Kleine Graskultur					Große Graskultur					
	SW	max. Standortmittel	min. Standortmittel			SW	max. Standortmittel	min. Standortmittel			
1999	56	<b>195 Mün</b>	43	Wbb		46	<b>86 Mün</b>	34	Aug	1999	
2000	54	<b>54 Mün</b>	38	Aug		51	49	Mün	39	Shy	2000
2001	51	49	Wßs	39	Shy Aug	55	49	Wbb	38	Aug	2001

**fett** = Station übertrifft den Schwellenwert SW

Eine Besonderheit fällt bei der Beprobung 1999 auf: der Schwellenwert in kleiner Graskultur (2-wöchig exponiert) ist tendenziell höher als der aus der großen Graskultur – ab 2000 weichen die beiden Werte nur noch geringfügig voneinander ab. Ähnliches gilt für den Vergleich der Standortmittelwerte (Tab. 3.1.4-14a bis 14c).

Tab. 3.1.4-15a: Schwermetall-Biomonitoring mit standardisierter Graskultur 1999: Thallium

Thallium [mg/kg TS]												
	Weidelgras (klein) 14-tägig						Weidelgras (groß)					
Serien 1999	19.05. - 16.06.	16.06. - 14.07.	11.08. - 08.09.	14.07. - 11.08.	08.09. - 06.10.	Standort-mittelwert	19.05. - 16.06.	16.06. - 14.07.	11.08. - 08.09.	14.07. - 11.08.	08.09. - 06.10.	Standort-mittelwert
Wbb	0,050	0,025	0,025	0,010	0,010	0,024						
Wßs	0,050	0,025	TG	0,010	0,010	0,024						
Ein	0,06	0,025	0,022	0,010	TG	0,030 *						
Shy	0,050	0,025	0,025	0,02	TG	0,031 *						
Gra	TG	0,025	0,027	0,010	TG	0,021						
Bid	0,050	0,025	0,023	0,010	TG	0,027 *						
Aug	0,050	0,025	0,026	0,010	TG	0,028 *						
Mün	0,050	0,025	0,025	0,010	TG	0,028 *						
Serienmittelwert	0,050	0,025	0,025	0,010	0,010							
nach Transformation												
STABW pro Serie	0,000	0,000	0,002	0,000	0,000							
SW pro Serie	0,050	0,025	0,030	0,010	0,010							
Berechnung eines Schwellenwertes zur Betrachtung von Standortmittelwerten												
STABW aller transformierten Werte						0,001						
MW aller Serienmittelwerte						0,024						
SW						0,025						

<b>fett = berechnete Werte</b>
<b>fett + kursiv = neu berechneter MW</b>
grau unterlegt = nach Transformationschritten berechnete Werte
Kleinschrift = Werte halber Nachweisgrenze
<u>unterstrichen</u> = zur Berechnung des Serienmittelwertes und des SW ungeeigneter Wert
Wert <u>nur</u> bei der Berechnung der Standortmittelwerte berücksichtigt
<u>TG</u> = Trockengewichtsgrenze von 1,0 g je Probentopf unterschritten, Probe verworfen
* = Standortmittelwert übertrifft SW

Tab. 3.1.4-15b: Schwermetall-Biomonitoring mit standardisierter Graskultur 2000: Thallium

Thallium [mg/kg TS]												
	Weidelgras (klein)						Weidelgras (groß)					
Serien 2000	17.05. - 14.06.	14.06. - 12.07.	12.07. - 09.08.	09.08. - 06.09.	06.09. - 06.10.	Standort-mittelwert	17.05. - 14.06.	14.06. - 12.07.	12.07. - 09.08.	09.08. - 06.09.	06.09. - 06.10.	Standort-mittelwert
Wbb	0,010	0,018	0,014	0,026	0,023	0,018	0,009	0,013	0,015	0,025	0,025	0,017
Wßs	0,013	0,018	0,013	0,023	0,025	0,018	0,011	0,014	0,015	0,029	0,037	0,021
Ein	0,012	0,014	0,019	0,025	0,025	0,019	0,010	0,018	0,021	0,026	0,028	0,021
Shy	0,012	0,017	0,015	0,023	0,025	0,018	0,015	0,017	0,016	0,024	0,030	0,020
Gra	0,012	0,016	0,015	0,031	0,026	0,020	0,015	0,022	0,015	0,038	0,032	0,024
Bid	0,013	0,016	0,016	0,020	0,03	0,019	0,014	0,015	0,015	0,025	0,030	0,020
Aug	0,008	0,012	0,015	0,024	0,025	0,017	0,010	0,013	0,012	0,028	0,025	0,018
Mün	0,014	0,014	0,019	0,031	0,025	0,021	0,013		0,020	0,034	0,024	0,023
Serienmittelwert	0,012	0,016	0,016	0,025	0,025		0,012	0,016	0,016	0,029	0,029	
nach Transformation												
STABW pro Serie	0,002	0,002	0,002	0,004	0,001		0,002	0,003	0,003	0,005	0,004	
SW pro Serie	0,017	0,022	0,022	0,037	0,028		0,019	0,026	0,025	0,043	0,042	
Berechnung eines Schwellenwertes zur Betrachtung von Standortmittelwerten												
STABW aller transformierten Werte						0,002						
MW aller Serienmittelwerte						0,019						
SW						0,022						

Tab. 3.1.4-15c: Schwermetall-Biomonitoring mit standardisierter Graskultur 2001: Thallium

Thallium [mg/kg TS]												
	Weidelgras (klein)						Weidelgras (groß)					
Serien 2001	16.05. - 13.06.	13.06. - 11.07.	11.07. - 08.08.	08.08. - 05.09.	05.09. - 03.10.	Standort-mittelwert	16.05. - 13.06.	13.06. - 11.07.	11.07. - 08.08.	08.08. - 05.09.	05.09. - 03.10.	Standort-mittelwert
Wbb	0,008	0,011	0,016	0,029	0,019	<b>0,017</b>	0,010	0,018	0,019	0,027	0,019	<b>0,019</b>
Wßs	0,011	0,009	0,013	0,026	0,018	<b>0,015</b>	0,013	0,013	0,015	0,027		<b>0,017</b>
Ein	0,011	0,012	0,015	0,028	0,016	<b>0,016</b>	0,014	0,014	0,022	0,022	0,018	<b>0,018</b>
Shy	0,011	0,010	0,017	0,022	TG	<b>0,015</b>	0,015	0,016	0,020	0,021	TG	<b>0,018</b>
Gra	0,011	0,011	0,014	0,027	0,021	<b>0,017</b>	0,012	0,013	0,020	0,021	TG	<b>0,017</b>
Bid	0,009	0,011	0,012	0,021	TG	<b>0,013</b>	0,013	0,012	0,019	0,024	0,020	<b>0,017</b>
Aug	0,013	0,012	0,015	0,021	0,017	<b>0,015</b>	0,009	0,014	0,017	0,022	0,017	<b>0,016</b>
Mün	0,013	0,011	0,03	0,028	TG	<b>0,019</b> *	0,015	0,013	0,022	0,025	TG	<b>0,019</b>
Serienmittelwert	<b>0,011</b>	<b>0,011</b>	<b>0,014</b>	<b>0,025</b>	<b>0,018</b>		<b>0,013</b>	<b>0,014</b>	<b>0,019</b>	<b>0,024</b>	<b>0,018</b>	
nach Transformation												
STABW pro Serie	<b>0,002</b>	<b>0,001</b>	<b>0,002</b>	<b>0,003</b>	<b>0,002</b>		<b>0,002</b>	<b>0,002</b>	<b>0,002</b>	<b>0,003</b>	<b>0,001</b>	
SW pro Serie	<b>0,016</b>	<b>0,013</b>	<b>0,020</b>	<b>0,035</b>	<b>0,024</b>		<b>0,019</b>	<b>0,020</b>	<b>0,027</b>	<b>0,032</b>	<b>0,023</b>	
Berechnung eines Schwellenwertes zur Betrachtung von Standortmittelwerten												
STABW aller transformierten Werte												<b>0,002</b>
MW aller Serienmittelwerte												<b>0,018</b>
<b>SW</b>												<b>0,020</b>

Tab. 3.1.4-15d: Schwermetall-Biomonitoring Zusammenfassung: Thallium [mg/kg TS]

TI	Kleine Graskultur					Große Graskultur					
	SW	max. Standortmittel	min. Standortmittel			SW	max. Standortmittel	min. Standortmittel			
1999	0,025	<b>0,031</b> Shy	0,024	Wbb	Wßs						1999
2000	0,022	0,021	Mün	0,017	Aug	0,025	0,024	Gra	0,017	Wbb	2000
2001	0,019	<b>0,019</b> Mün	0,013	Bid		0,020	0,019	Wbb Mün	0,016	Aug	2001

**fett** = Station übertrifft den Schwellenwert SW

Erstmals konnten die Graskulturen auch auf Thallium untersucht werden. Die Abweichungen der Schwellenwerte bei kleinen und großen Graskulturen sind nachrangig.

Tab. 3.1.4-16a: Schwermetall-Biomonitoring mit standardisierter Graskultur 1999: Aluminium

Aluminium [mg/kg TS]													
	Weidelgras (klein) 14-tägig						Weidelgras (groß)						
Serien 1999	19.05. - 16.06.	16.06. - 14.07.	11.08. - 08.09.	14.07. - 11.08.	08.09. - 06.10.	Standort- mittelwert	19.05. - 16.06.	16.06. - 14.07.	11.08. - 08.09.	14.07. - 11.08.	08.09. - 06.10.	Standort- mittelwert	
Wbb	20	20	26	52	68	37	17	21	18	50	17	24	
Wßs	66	34	TG	58	57	54	28	20	36	46	25	31	
Ein	40	59	71,70	56	TG	57	26	26	86	53	76,20	53 *	
Shy	96	51	43	100	TG	73	61,50	31	62	90,60	41	57 *	
Gra	TG	59	37	28	TG	42	21	24	42	29	12	25	
Bid	73	43	42	70	TG	57	23	34	40	51	16	33	
Aug	40	30	23	25	TG	29	19	20	25	42	23	26	
Mün	117	60	52	31	TG	65	33	30	63	45	30	40	
Serienmittelwert	65	45	37	53	62		24	26	46	45	23		
nach Transformation													
STABW pro Serie	34	15	11	25	8		5	5	22	8	10		
SW pro Serie	167	90	70	128	85		40	42	114	69	53		
Berechnung eines Schwellenwertes zur Betrachtung von Standortmittelwerten													
STABW aller transformierten Werte						21						12	
MW aller Serienmittelwerte						52						33	
SW						81						48	

<b>fett = berechnete Werte</b>
<b>fett + kursiv = neu berechneter MW</b>
grau unterlegt = nach Transformationschritten berechnete Werte
Kleinschrift = Werte halber Nachweisgrenze
<u>unterstrichen</u> = zur Berechnung des Serienmittelwertes und des SW ungeeigneter Wert
Wert <u>nur</u> bei der Berechnung der Standortmittelwerte berücksichtigt
<u>TG</u> = Trockengewichtsgrenze von 1,0 g je Probentopf unterschritten, Probe verworfen
* = Standortmittelwert übertrifft SW

Tab. 3.1.4-16b: Schwermetall-Biomonitoring mit standardisierter Graskultur 2000: Aluminium

Aluminium [mg/kg TS]													
	Weidelgras (klein)						Weidelgras (groß)						
Serien 2000	17.05. - 14.06.	14.06. - 12.07.	12.07. - 09.08.	09.08. - 06.09.	06.09. - 06.10.	Standort- mittelwert	17.05. - 14.06.	14.06. - 12.07.	12.07. - 09.08.	09.08. - 06.09.	06.09. - 06.10.	Standort- mittelwert	
Wbb	28	12	16	17	15	18	19	14	14	17	18	16	
Wßs	25	13	19	23	44	25	23	11	16	23	47	24	
Ein	32	60	33	46,90	45	43	35	72	39	52,70	49	50	
Shy	64	46	22	29	33	39	71	50	21	40,70	45	46	
Gra	33	56	16	22	16	29	41	77	18	25	14	35	
Bid	61	89	23	15	27	43	33	96	30	23	43	45	
Aug	15	43	13	20	19	22	16	31	13	19	21	20	
Mün	55	81	27	21	26	42	49		24	22	23	29	
Serienmittelwert	39	50	21	21	28		36	50	22	21	32		
nach Transformation													
STABW pro Serie	18	28	7	4	12		18	33	9	3	15		
SW pro Serie	94	134	41	34	63		89	147	48	30	76		
Berechnung eines Schwellenwertes zur Betrachtung von Standortmittelwerten													
STABW aller transformierten Werte						16						17	
MW aller Serienmittelwerte						32						32	
SW						53						55	

Tab. 3.1.4-16c: Schwermetall-Biomonitoring mit standardisierter Graskultur 2001: Aluminium

Aluminium [mg/kg TS]													
Serien 2001	Weidelgras (klein)						Weidelgras (groß)						
	16.05. - 13.06.	13.06. - 11.07.	11.07. - 08.08.	08.08. - 05.09.	05.09. - 03.10.	Standort-mittelwert	16.05. - 13.06.	13.06. - 11.07.	11.07. - 08.08.	08.08. - 05.09.	05.09. - 03.10.	Standort-mittelwert	
Wbb	17	47	19	18	11	22	23	61	25	19	12	28	
Wbs	27	51	67	36	20	40	23	61	60	43		47	
Ein	32	46	142	79,27	40	68 *	27	52	127	49	34	58	
Shy	38	44	106	28	TG	54	28	53	120	39	TG	60	
Gra	22	42	35	21	23	28	17	41	32	23	TG	28	
Bid	24	41	40	25	TG	33	16	46	46	22	22	30	
Aug	20	32	65	16	14	29	17	39	62	15	13	29	
Mün	24	36	53	29	TG	36	21	38	51	27	TG	35	
Serienmittelwert	25	42	66	25	21		21	49	65	30	20		
nach Transformation													
STABW pro Serie	7	6	40	7	11		5	9	38	12	10		
SW pro Serie	46	61	186	45	55		35	77	178	66	51		
Berechnung eines Schwellenwertes zur Betrachtung von Standortmittelwerten													
STABW aller transformierten Werte	19						19						
MW aller Serienmittelwerte	36						37						
<b>SW</b>	<b>61</b>						<b>62</b>						

Tab. 3.1.4-16d: Schwermetall-Biomonitoring Zusammenfassung: Aluminium [mg/kg TS]

AI	Kleine Graskultur					Große Graskultur				
	SW	max. Standortmittel	min. Standortmittel	SW	max. Standortmittel	min. Standortmittel	SW	max. Standortmittel	min. Standortmittel	
1999	81	73 Shy	29 Aug	48	<b>57 Shy</b>	24 Wbb	1999			
2000	53	43 Ein Bid	18 Wbb	55	50 Ein	16 Wbb	2000			
2001	61	<b>68 Ein</b>	22 Wbb	62	60 Shy	28 Wbb Gra	2001			

**fett** = Station übertrifft den Schwellenwert SW

Die Aluminiumwerte werden erstmals veröffentlicht, frühere Ergebnisse waren vielfach überhöht und daher nicht plausibel (Probleme bei der Probenvorbereitung durch Verwendung von Sinter-Korund Mahlbechern und -kugeln).

Tab. 3.1.4-17a: Schwermetall-Biomonitoring mit standardisierter Graskultur 2000: Quecksilber

Quecksilber [mg/kg TS]												
	Weidelgras (klein)						Weidelgras (groß)					
Serien 2000	17.05. - 14.06.	14.06. - 12.07.	12.07. - 09.08.	09.08. - 06.09.	06.09. - 06.10.	Standort-mittelwert	17.05. - 14.06.	14.06. - 12.07.	12.07. - 09.08.	09.08. - 06.09.	06.09. - 06.10.	Standort-mittelwert
Wbb	0,029	0,015	0,004	<u>0,05</u>	0,021	<b>0,023</b> *	0,016	0,002	0,014	0,017	0,002	<b>0,010</b>
Wßs	0,041	0,004	<u>0,08</u>	<u>0,03</u>	0,039	<b>0,040</b> *	0,014	0,011	<u>0,002</u>	0,027	0,002	<b>0,011</b>
Ein	0,022	0,004	<u>0,02</u>	0,010	0,005	<b>0,011</b>	<u>0,07</u>	0,002	0,019	0,005	0,002	<b>0,019</b>
Shy	0,004	0,004	0,004	0,007	0,018	<b>0,007</b>	0,020	<u>0,014</u>	0,006	0,009	0,025	<b>0,015</b>
Gra	0,021	0,011	0,004	0,009	0,004	<b>0,010</b>	0,002	0,015	<u>0,014</u>	0,008	0,002	<b>0,008</b>
Bid	0,012	0,009	0,007	0,004	0,005	<b>0,007</b>	0,002	0,012	0,009	0,006	0,007	<b>0,007</b>
Aug	0,021	0,013	0,005	0,005	0,006	<b>0,010</b>	0,011	0,010	<u>0,002</u>	0,030	0,010	<b>0,013</b>
Mün	0,025	0,019	<u>0,03</u>	0,013	0,025	<b>0,021</b>	0,002		0,009	<u>0,002</u>	0,021	<b>0,009</b>
Serienmittelwert	<b>0,022</b>	<b>0,010</b>	<b>0,005</b>	<b>0,008</b>	<b>0,015</b>		<b>0,010</b>	<b>0,009</b>	<b>0,009</b>	<b>0,013</b>	<b>0,009</b>	
nach Transformation												
STABW pro Serie	<b>0,011</b>	<b>0,006</b>	<b>0,001</b>	<b>0,003</b>	<b>0,013</b>		<b>0,008</b>	<b>0,005</b>	<b>0,006</b>	<b>0,011</b>	<b>0,009</b>	
SW pro Serie	<b>0,055</b>	<b>0,027</b>	<b>0,009</b>	<b>0,018</b>	<b>0,053</b>		<b>0,032</b>	<b>0,025</b>	<b>0,027</b>	<b>0,044</b>	<b>0,036</b>	
Berechnung eines Schwellenwertes zur Betrachtung von Standortmittelwerten												
STABW aller transformierten Werte												<b>0,008</b>
MW aller Serienmittelwerte												<b>0,010</b>
<b>SW</b>												<b>0,020</b>

<b>fett = berechnete Werte</b>
<b>fett + kursiv = neu berechneter MW</b>
grau unterlegt = nach Transformationschritten berechnete Werte
Kleinschrift = Werte halber Nachweisgrenze
<u>unterstrichen</u> = zur Berechnung des Serienmittelwertes und des SW ungeeigneter Wert
Wert <u>nur</u> bei der Berechnung der Standortmittelwerte berücksichtigt
<u>TG</u> = Trockengewichtsgrenze von 1,0 g je Probentopf unterschritten, Probe verworfen
* = Standortmittelwert übertrifft SW

Tab. 3.1.4-17b: Schwermetall-Biomonitoring mit standardisierter Graskultur 2001: Quecksilber

Quecksilber [mg/kg TS]												
	Weidelgras (klein)						Weidelgras (groß)					
Serien 2001	16.05. - 13.06.	13.06. - 11.07.	11.07. - 08.08.	08.08. - 05.09.	05.09. - 03.10.	Standort-mittelwert	16.05. - 13.06.	13.06. - 11.07.	11.07. - 08.08.	08.08. - 05.09.	05.09. - 03.10.	Standort-mittelwert
Wbb	0,004	0,004	0,004	0,023	0,004	<b>0,008</b>	0,004	0,024	0,004	0,030	0,036	<b>0,020</b>
Wßs	0,021	<u>0,03</u>	0,004	0,022	0,025	<b>0,020</b>	0,004	0,004	<u>0,06</u>	0,012		<b>0,019</b>
Ein	0,015	0,004	<u>0,02</u>	0,018	0,060	<b>0,024</b>	0,004	0,004	0,004	0,016	0,017	<b>0,009</b>
Shy	0,004	0,004	0,004	0,033	<u>TG</u>	<b>0,011</b>	0,004	0,004	0,004	0,016	<u>TG</u>	<b>0,007</b>
Gra	0,004	0,004	0,004	0,040	0,004	<b>0,011</b>	0,009	0,004	0,004	<u>0,07</u>	<u>TG</u>	<b>0,022</b> *
Bid	<u>0,14</u>	0,004	0,004	0,004	<u>TG</u>	<b>0,037</b> *	0,004	0,018	0,010	0,017	0,031	<b>0,016</b>
Aug	0,013	0,004	<u>0,01</u>	0,031	0,034	<b>0,018</b>	0,004	0,009	0,004	0,020	0,039	<b>0,015</b>
Mün	0,004	0,004	<u>0,02</u>	0,024	<u>TG</u>	<b>0,012</b>	0,010	0,004	0,010	0,011	<u>TG</u>	<b>0,009</b>
Serienmittelwert	<b>0,009</b>	<b>0,004</b>	<b>0,004</b>	<b>0,024</b>	<b>0,025</b>		<b>0,005</b>	<b>0,009</b>	<b>0,006</b>	<b>0,017</b>	<b>0,031</b>	
nach Transformation												
STABW pro Serie	<b>0,007</b>	<b>0,000</b>	<b>0,000</b>	<b>0,011</b>	<b>0,023</b>		<b>0,003</b>	<b>0,008</b>	<b>0,003</b>	<b>0,006</b>	<b>0,010</b>	
SW pro Serie	<b>0,030</b>	<b>0,004</b>	<b>0,004</b>	<b>0,057</b>	<b>0,096</b>		<b>0,013</b>	<b>0,032</b>	<b>0,014</b>	<b>0,036</b>	<b>0,060</b>	
Berechnung eines Schwellenwertes zur Betrachtung von Standortmittelwerten												
STABW aller transformierten Werte												<b>0,006</b>
MW aller Serienmittelwerte												<b>0,014</b>
<b>SW</b>												<b>0,021</b>

Tab. 3.1.4-17d: Schwermetall-Biomonitoring Zusammenfassung: Quecksilber [mg/kg TS]

Hg	Kleine Graskultur					Große Graskultur					
	SW	max. Standortmittel		min. Standortmittel		SW	max. Standortmittel		min. Standortmittel		
1999											1999
2000	0,023	<b>0,040</b>	<b>Wßs</b>	0,007	Shy Bid	0,020	0,019	Ein	0,007	Bid	2000
2001	0,027	<b>0,037</b>	<b>Bid</b>	0,008	Wbb	0,021	<b>0,022</b>	<b>Gra</b>	0,007	Bid	2001

**fett** = Station übertrifft den Schwellenwert SW

Auf Grund verbesserter analytischer Methoden, lagen die Ergebnisse der Quecksilberuntersuchungen erstmals mehrheitlich über der analytischen Nachweisgrenze. Die Abweichungen der Schwellenwerte bei kleinen und großen Graskulturen sind nachrangig.

Tab. 3.1.4-18: Schwermetall-Biomonitoring mit standardisierter Graskultur 2001: Molybdän

Molybdän [mg/kg TS]												
Serien 2001	Weidelgras (klein)						Weidelgras (groß)					
	16.05. - 13.06.	13.06. - 11.07.	11.07. - 08.08.	08.08. - 05.09.	05.09. - 03.10.	Standortmittelwert	16.05. - 13.06.	13.06. - 11.07.	11.07. - 08.08.	08.08. - 05.09.	05.09. - 03.10.	Standortmittelwert
Wbb	0,59	0,53	0,54	0,40	0,59	<b>0,53</b>	0,36	0,63	<b>0,81</b>	0,34	0,52	<b>0,53</b>
Wßs	0,62	0,67	0,51	0,34	0,97	<b>0,62</b>	0,29	0,76	0,45	0,34		<b>0,46</b>
Ein	0,99	0,81	0,84	0,83	0,52	<b>0,80</b>	0,40	0,50	0,56	0,23	0,27	<b>0,39</b>
Shy	0,84	0,81	0,62	0,31	<u>IG</u>	<b>0,64</b>	0,54	0,81	0,48	0,23	<u>IG</u>	<b>0,52</b>
Gra	0,85	0,75	0,57	0,38	0,79	<b>0,67</b>	0,54	0,81	0,43	0,35	<u>IG</u>	<b>0,53</b>
Bid	0,80	0,66	0,74	0,37	<u>IG</u>	<b>0,64</b>	0,47	0,62	0,47	0,26	0,52	<b>0,47</b>
Aug	0,96	0,94	0,67	0,41	0,67	<b>0,73</b>	0,85	0,62	0,42	0,22	0,36	<b>0,49</b>
Mün	0,82	0,79	0,66	0,34	<u>IG</u>	<b>0,65</b>	0,72	0,74	0,62	0,24	<u>IG</u>	<b>0,58</b>
Serienmittelwert	<b>0,81</b>	<b>0,75</b>	<b>0,65</b>	<b>0,36</b>	<b>0,71</b>		<b>0,52</b>	<b>0,69</b>	<b>0,49</b>	<b>0,28</b>	<b>0,42</b>	
nach Transformation												
STABW pro Serie	0,14	0,12	0,11	0,04	0,18		0,19	0,11	0,07	0,06	0,13	
SW pro Serie	1,24	1,11	0,97	0,48	1,25		1,09	1,02	0,71	0,45	0,80	
Berechnung eines Schwellenwertes zur Betrachtung von Standortmittelwerten												
STABW aller transformierten Werte				0,12			0,11					
MW aller Serienmittelwerte				0,65			0,48					
<b>SW</b>				<b>0,81</b>			<b>0,63</b>					

Die Graskulturen konnten erstmals auch auf Molybdän untersucht werden. Eine Interpretation der Mo-Anreicherung kann erst nach weiteren Untersuchungen erfolgen.

### 3.1.5 Vergleichende Ergebnisbetrachtung

Nachfolgend sind jahresweise die Stationen ausgewählt, an denen elementspezifisch relativ hohe Anreicherungen in kleinen Graskulturen zu beobachten sind. Diese Liste soll helfen, mögliche „räumliche Leitparameter“ zu erkennen. Sie basiert hauptsächlich auf einer visuellen Beurteilung der **Abbildungen 3.1.5-1 bis -14**, die die Jahresmittelwerte der Metallgehalte (Standortmittelwerte) im Standortvergleich darstellen. Elemente, die an einer Station durch wiederholt hohe Anreicherungen auffallen sind **fett** hervorgehoben:

#### 1999:

- München hohe Werte bei Pb, Cr, Cd, **Sb**, Zn, **Co**, **Cu**, **Ni**, Ti - Anreicherung
- Eining hohe Werte bei **V**, As – Anreicherung

#### 2000:

- München hohe Werte bei **Sb**, Mn, **Cu**, **Ni**, **Co** - Anreicherung
- Weißenstadt hohe Werte bei Pb, Hg - Anreicherung
- Scheyern hohe Werte bei Cr - Anreicherung
- Eining hohe Werte bei **V** – Anreicherung

#### 2001:

- München hohe Werte bei **Sb**, **Cu**, **Ni**, **Co** - Anreicherung
- Eining hohe Werte bei **V**, Al - Anreicherung
- Bidingen hohe Werte bei Hg - Anreicherung
- Grassau hohe Werte bei Pb - Anreicherung
- Scheyern hohe Werte bei Pb – Anreicherung

Die DBS **München** fällt **im Vergleich zu den übrigen Stationen** mit der anhaltend höchsten Anreicherung der Elemente **Sb**, **Co**, **Cu** und **Ni** auf. Es ist anzunehmen, dass diese Elemente im Zusammenhang mit einem stadtypischen Verkehrsaufkommen (hohe Dichte an Individualverkehr und flächendeckender ÖPNV) stehen.

In **Eining** sind in kleinen Graskulturen anhaltend die höchsten **Vanadiumgehalte** zu beobachten.

#### Metallgehalte im Standortvergleich

Die **Abb. 3.1.5-1 bis -14** veranschaulichen die Metall- und Spurenelementgehalte in kleinen Graskulturen *im Standortvergleich*. Dabei richtet sich die Kombination der Elemente in den Diagrammen nicht nach ihrem Auftreten in der Umwelt, sondern lediglich nach der Skalenhöhe ihrer Analysenwerte. **Abb. 3.1.5-1 bis -4** sind die Ergebnisse für 1999, **Abb. 3.1.5-5 bis -9** für 2000 und **Abb. 3.1.5-10 bis -14** für 2001.

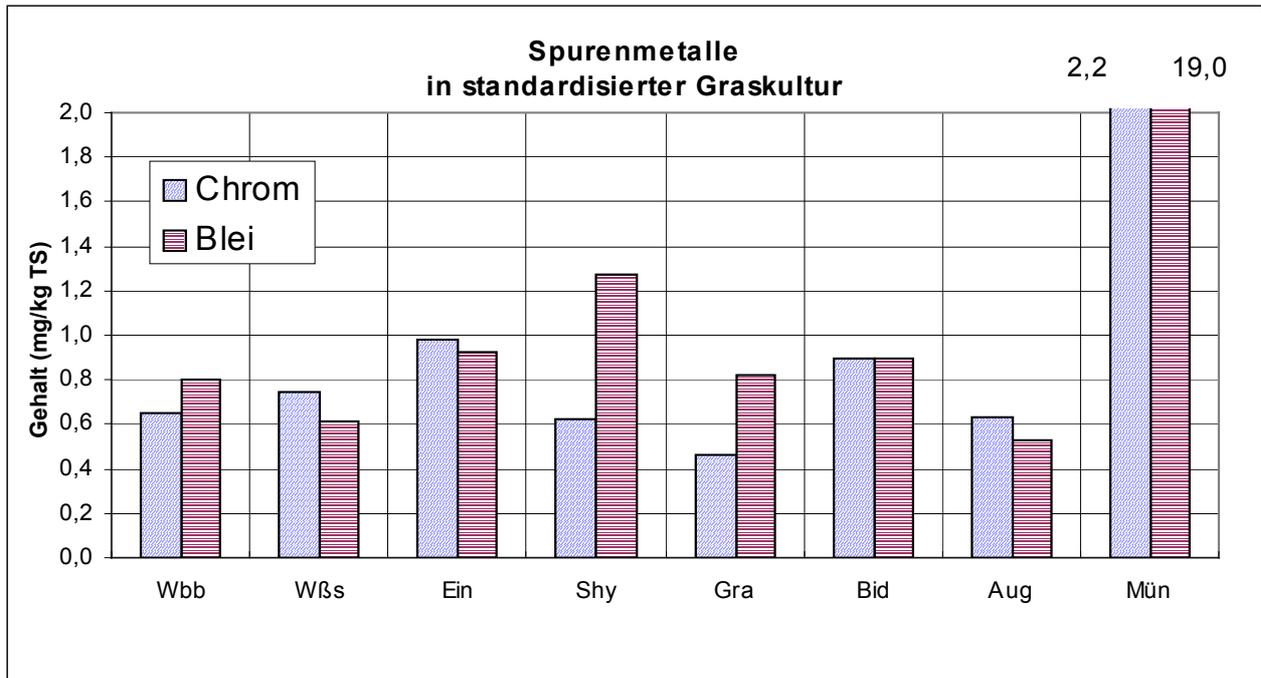


Abb. 3.1.5-1: Jahresmittelwerte 1999 der Immissionswirkungen von Chrom und Blei (mg/kg TS) in kleinen **14-tägigen** Graskulturen

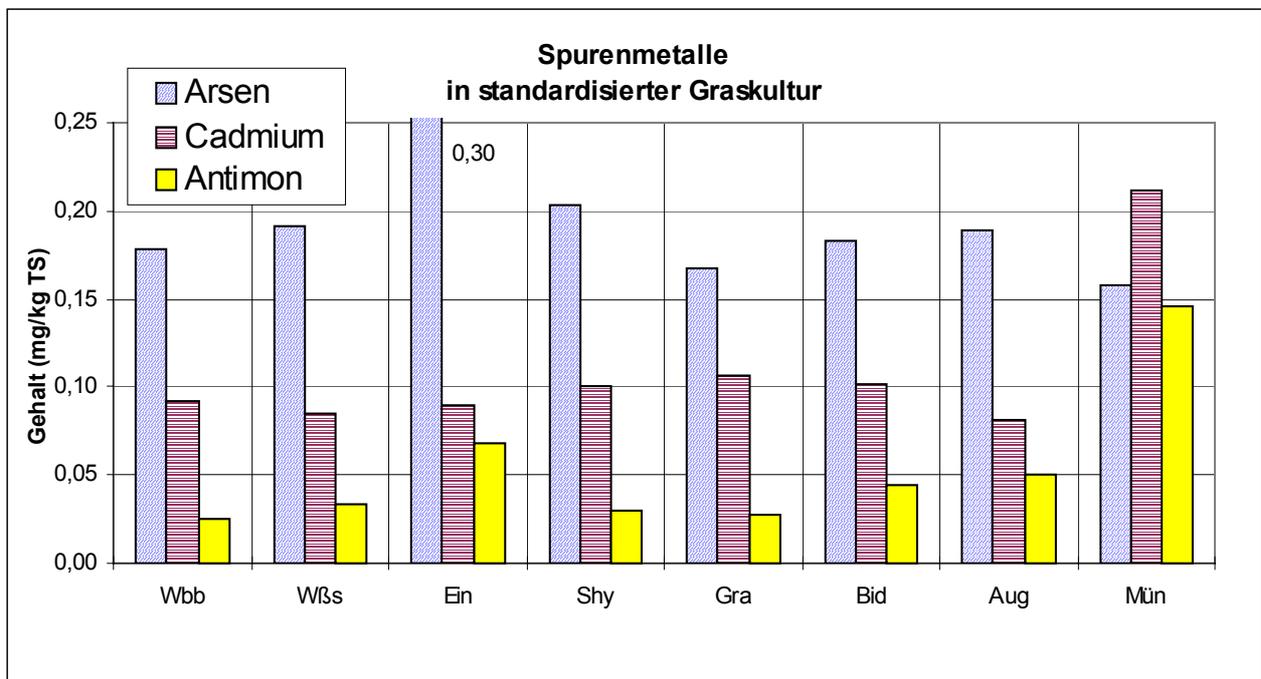


Abb. 3.1.5-2: Jahresmittelwerte 1999 der Immissionswirkungen von Arsen, Cadmium und Antimon (mg/kg TS) in kleinen **14-tägigen** Graskulturen

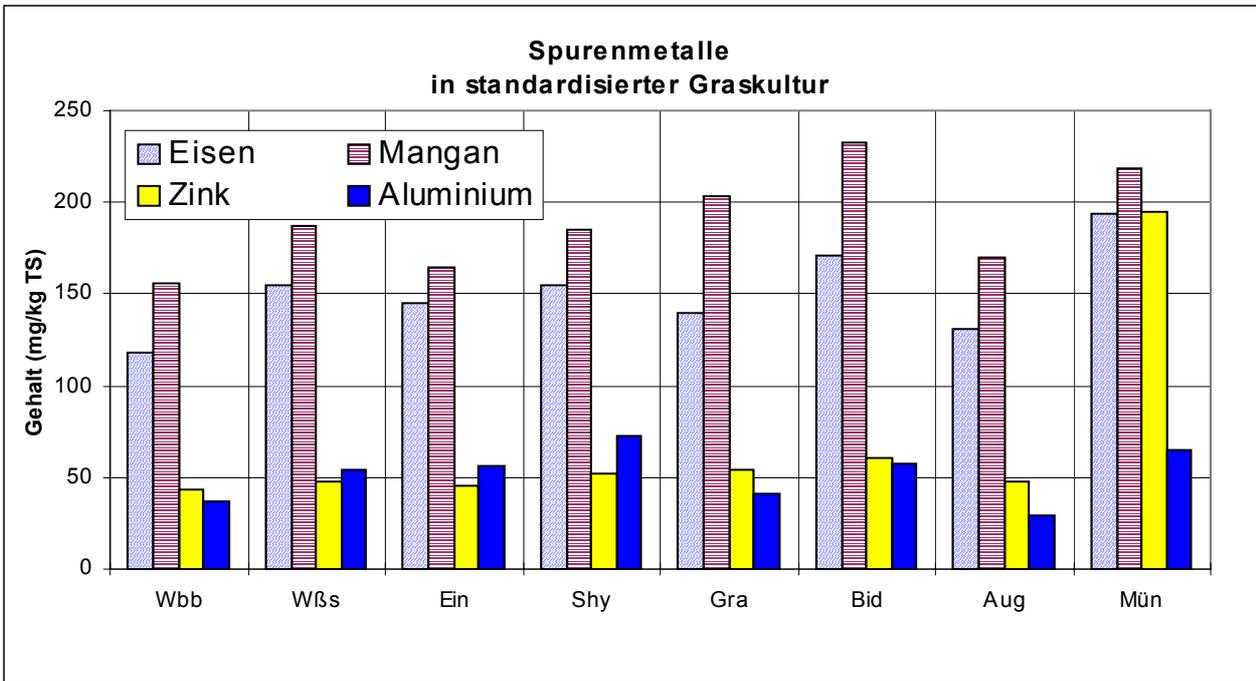


Abb. 3.1.5-3: Jahresmittelwerte 1999 der Immissionswirkungen von Eisen, Mangan, Zink und Aluminium (mg/kg TS) in kleinen **14-tägigen** Graskulturen

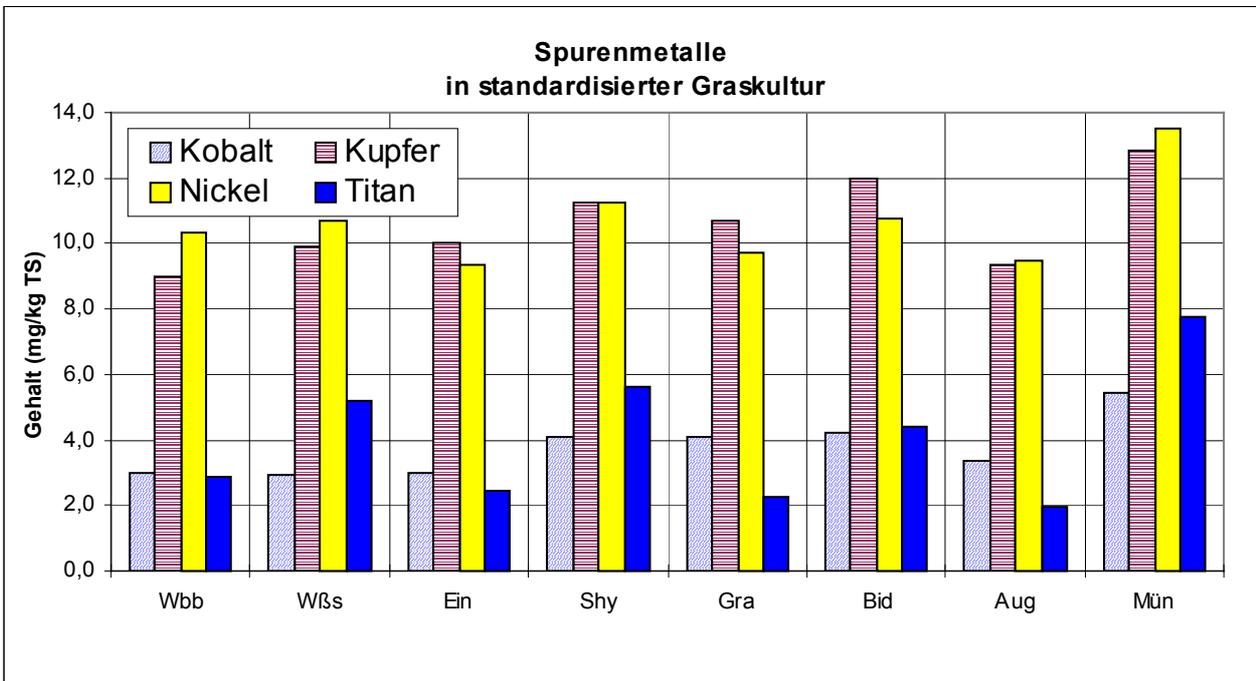


Abb. 3.1.5-4: Jahresmittelwerte 1999 der Immissionswirkungen von Kobalt, Kupfer, Nickel und Titan (mg/kg TS) in kleinen **14-tägigen** Graskulturen

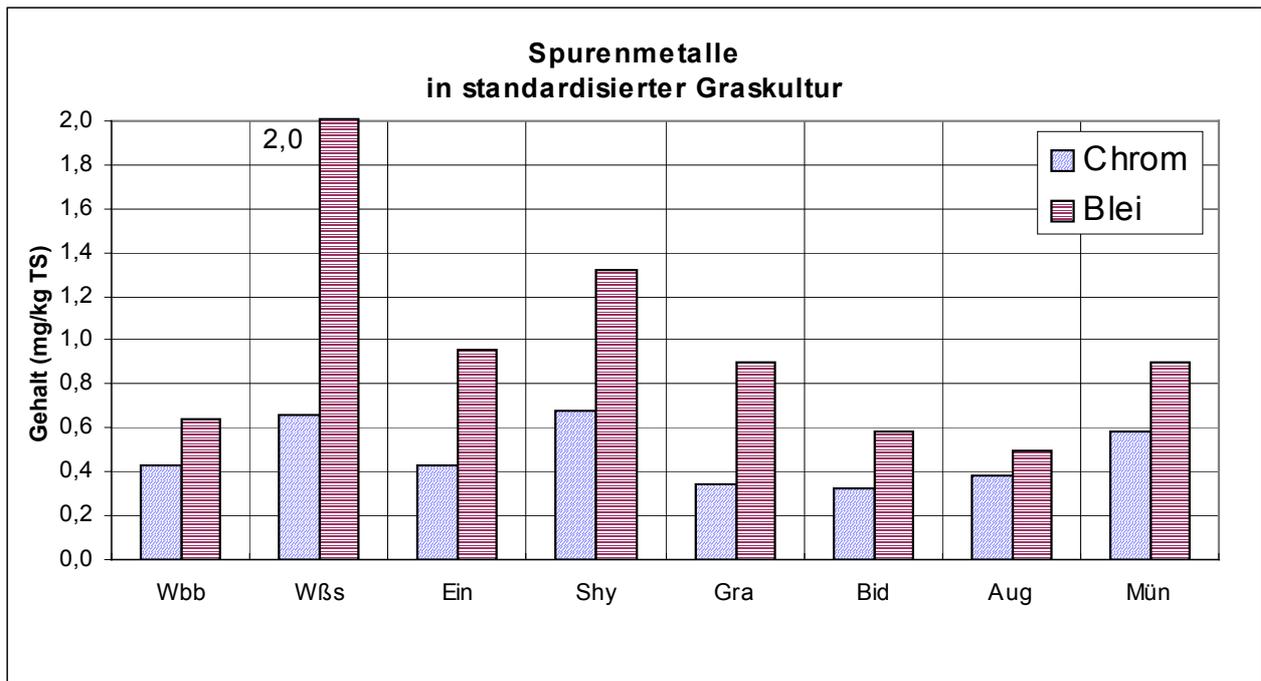


Abb. 3.1.5-5: Jahresmittelwerte 2000 der Immissionswirkungen von Chrom und Blei (mg/kg TS) in kleinen **28-tägigen** Graskulturen

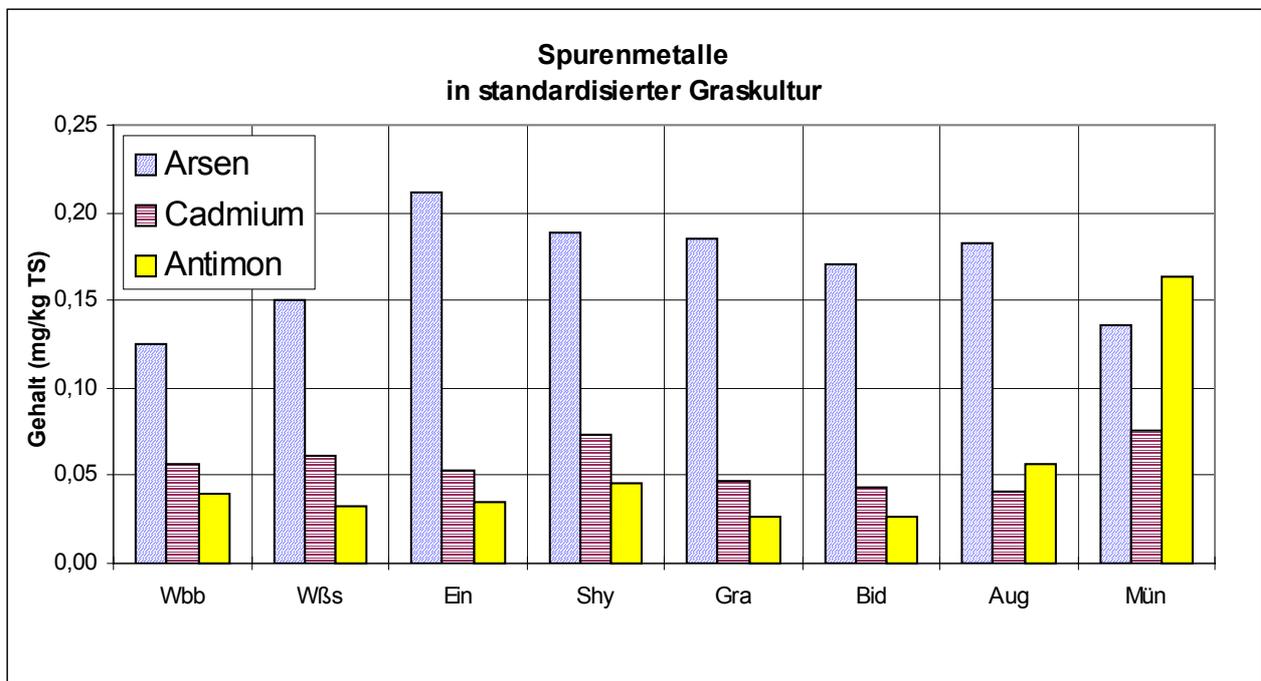


Abb. 3.1.5-6: Jahresmittelwerte 2000 der Immissionswirkungen von Arsen, Cadmium, und Antimon (mg/kg TS) in kleinen **28-tägigen** Graskulturen

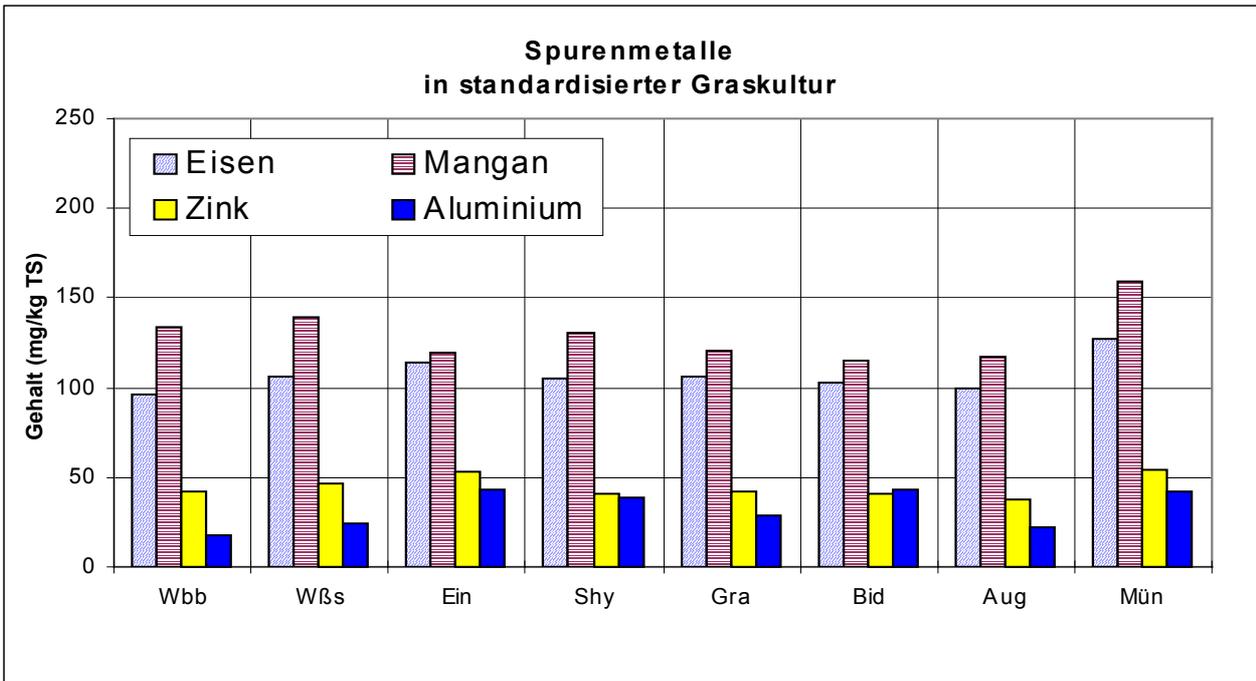


Abb. 3.1.5-7: Jahresmittelwerte 2000 der Immissionswirkungen von Eisen, Mangan, Zink und Aluminium (mg/kg TS) in kleinen **28-tägigen** Graskulturen

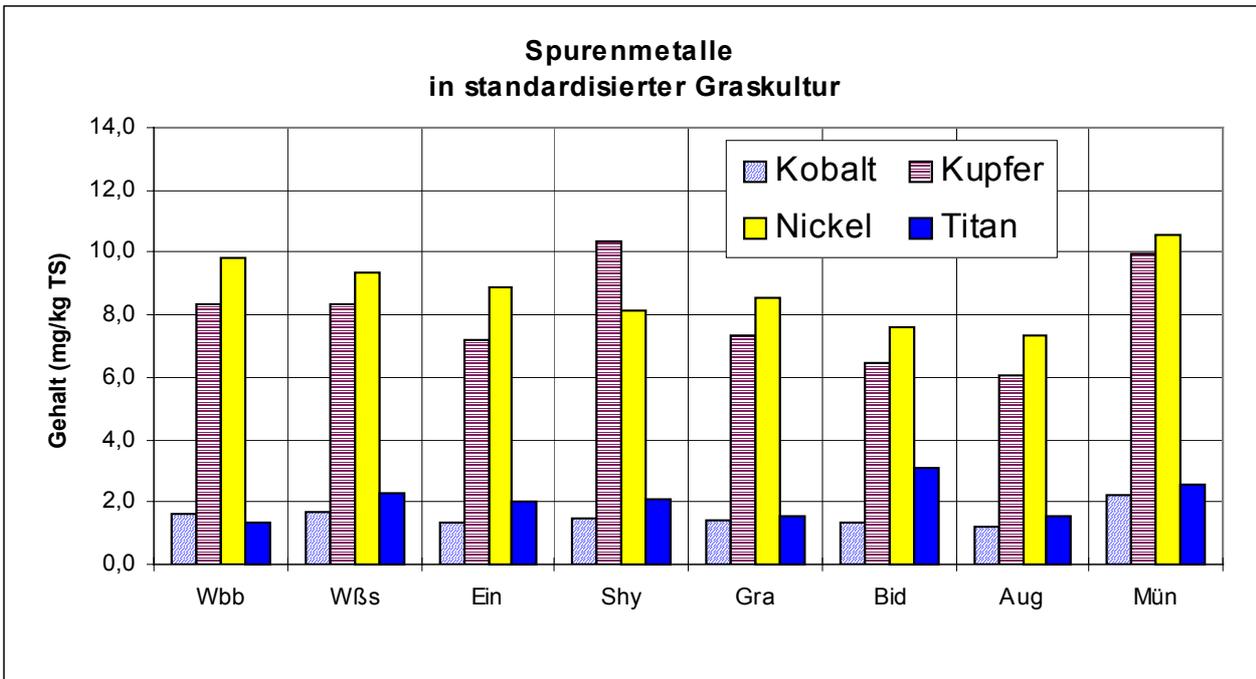


Abb. 3.1.5-8: Jahresmittelwerte 2000 der Immissionswirkungen von Kobalt, Kupfer, Nickel und Titan (mg/kg TS) in kleinen **28-tägigen** Graskulturen

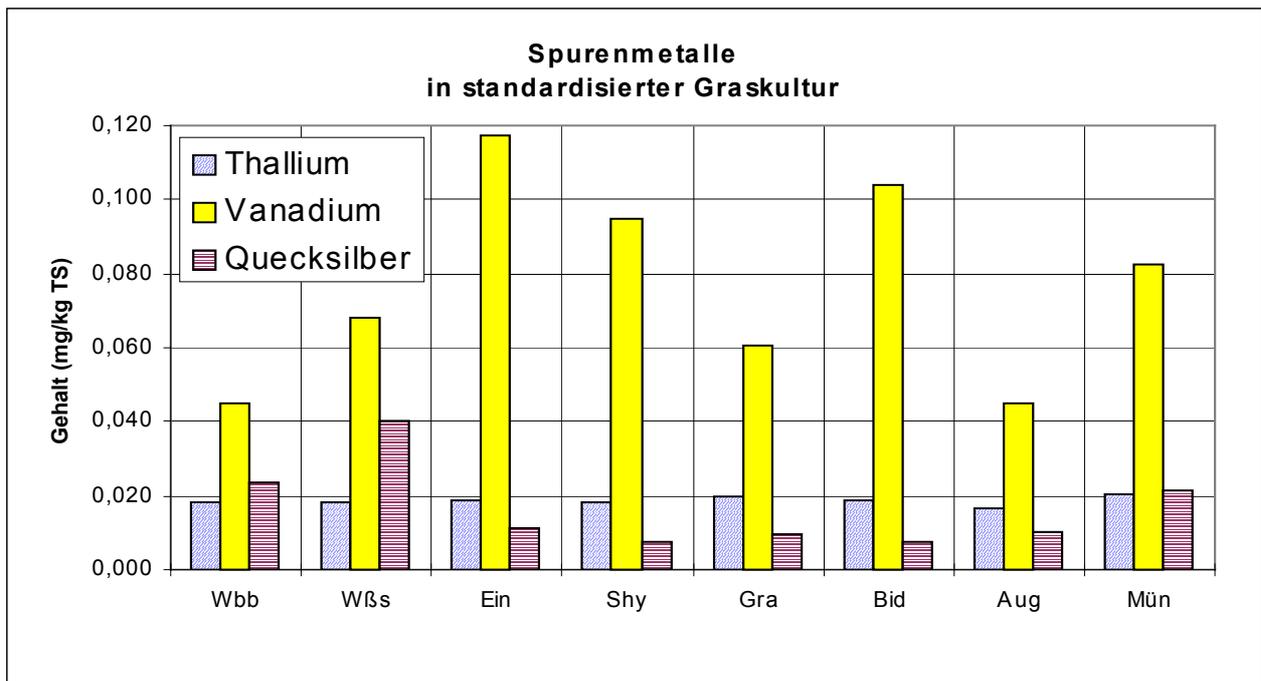


Abb. 3.1.5-9: Jahresmittelwerte 2000 der Immissionswirkungen von Thallium, Vanadium und Quecksilber (mg/kg TS) in kleinen **28-tägigen** Graskulturen

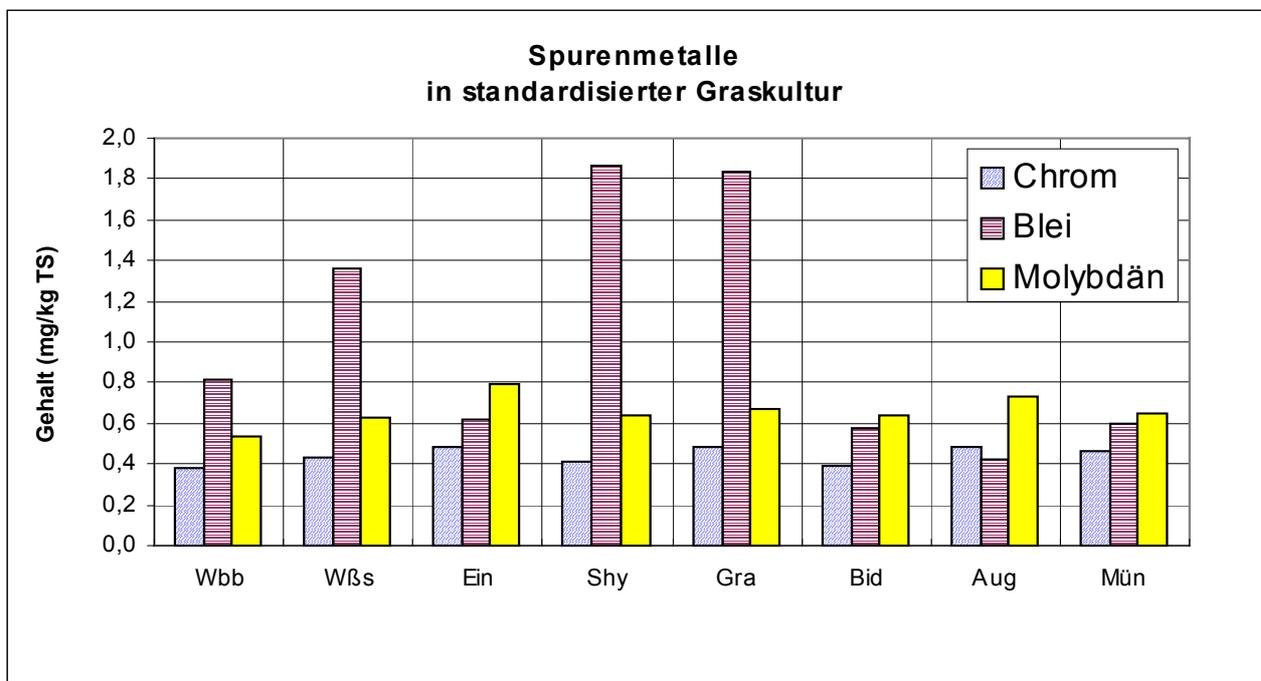


Abb. 3.1.5-10: Jahresmittelwerte 2001 der Immissionswirkungen von Chrom, Blei und Molybdän (mg/kg TS) in kleinen **28-tägigen** Graskulturen

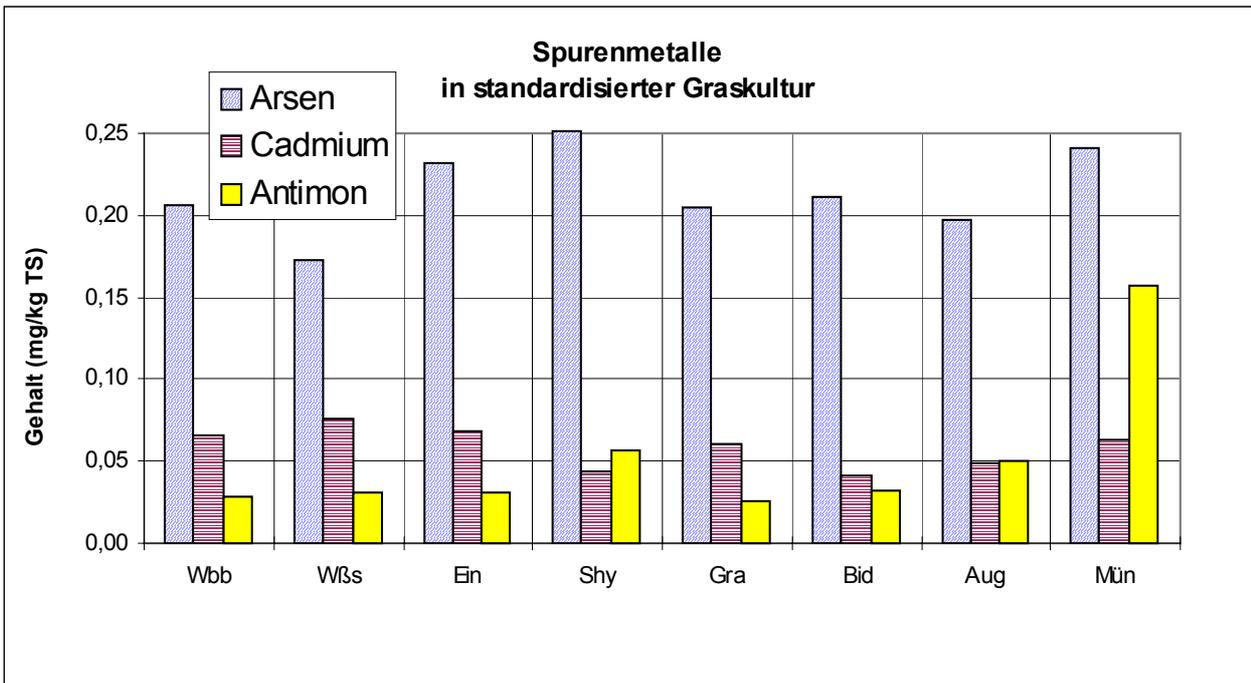


Abb. 3.1.5-11: Jahresmittelwerte 2001 der Immissionswirkungen von Arsen, Cadmium und Antimon (mg/kg TS) in kleinen **28-tägigen** Graskulturen

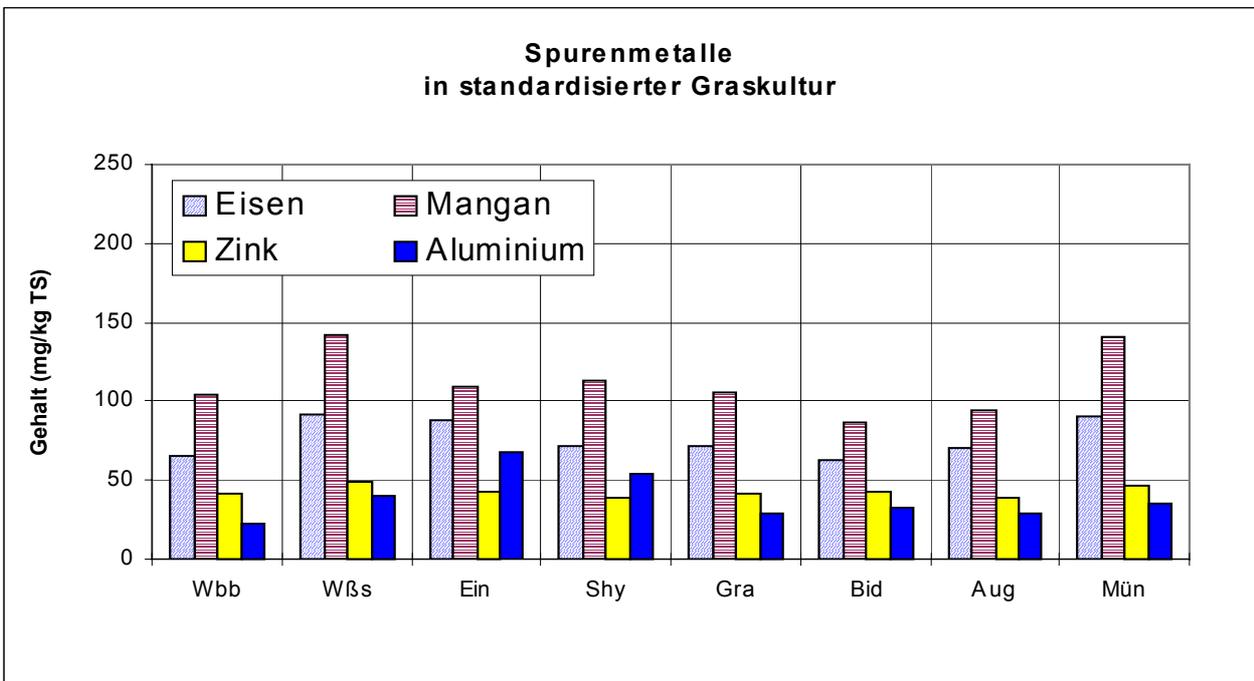


Abb. 3.1.5-12: Jahresmittelwerte 2001 der Immissionswirkungen von Eisen, Mangan, Zink und Aluminium (mg/kg TS) in kleinen **28-tägigen** Graskulturen

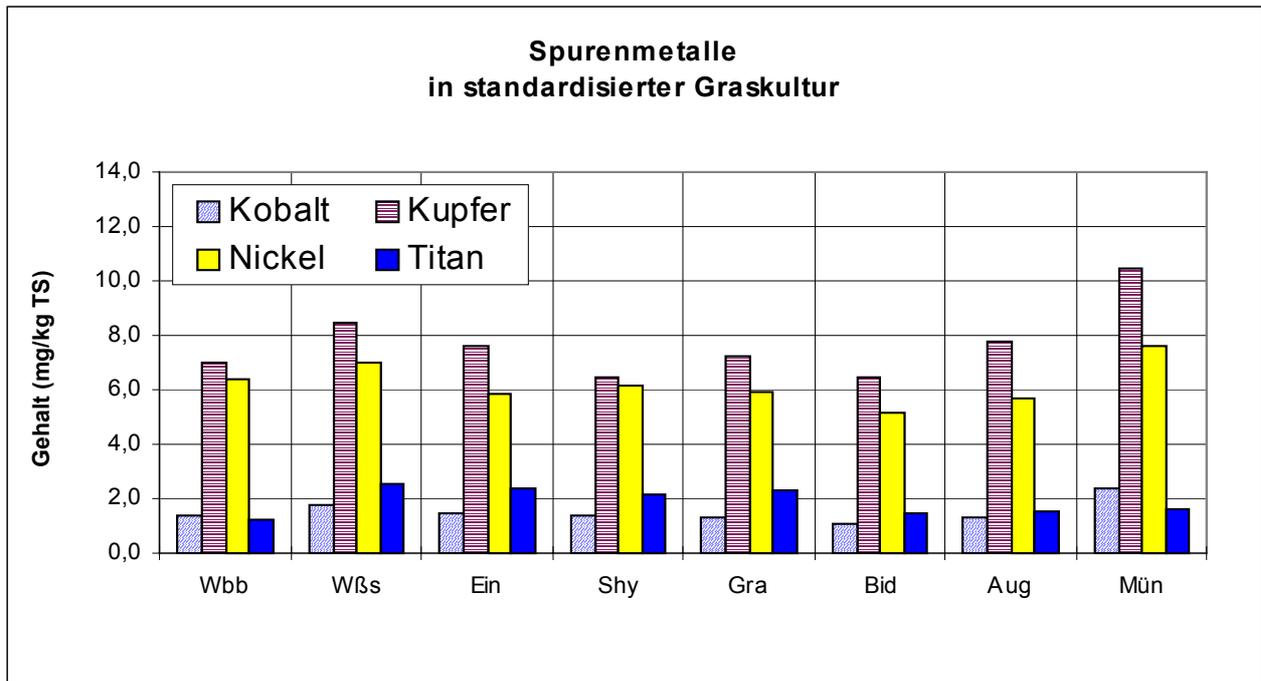


Abb. 3.1.5-13: Jahresmittelwerte 2001 der Immissionswirkungen von Kobalt, Kupfer, Nickel und Titan (mg/kg TS) in kleinen **28-tägigen** Graskulturen

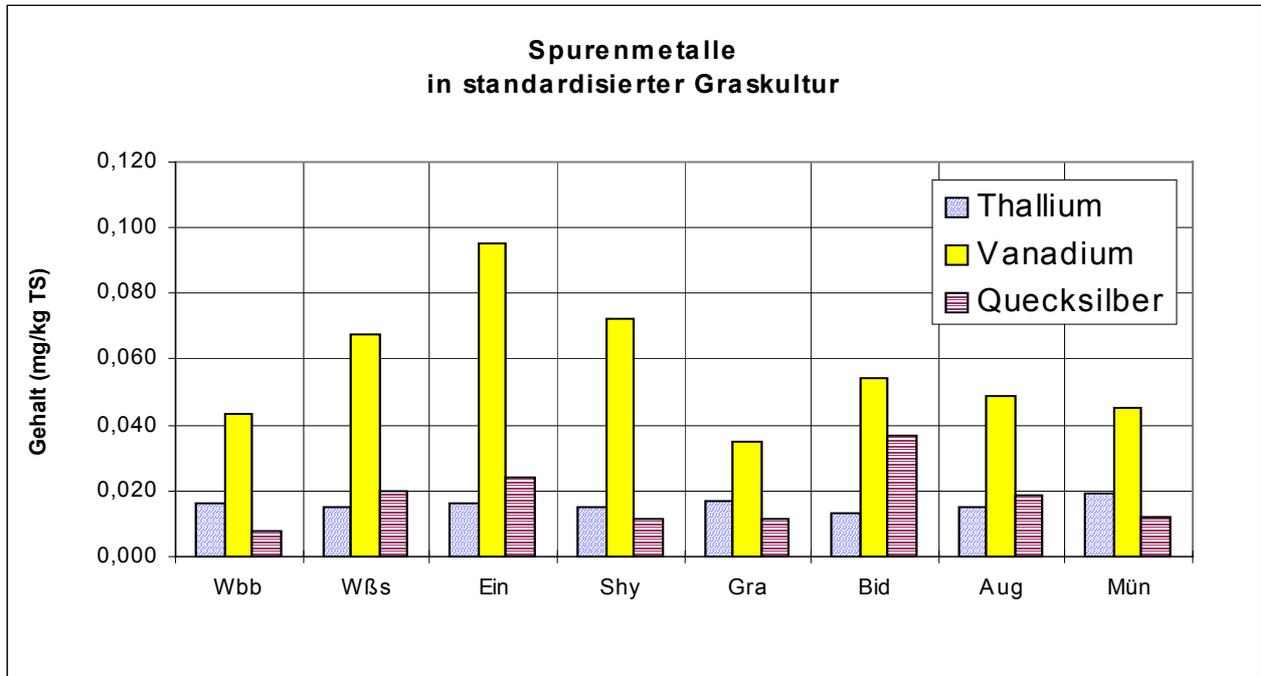


Abb. 3.1.5-14: Jahresmittelwerte 2001 der Immissionswirkungen von Thallium, Vanadium und Quecksilber (mg/kg TS) in kleinen **28-tägigen** Graskulturen

### Standortbezogene Zeitreihenanalyse

Die folgenden **Abbildungen. 3.1.5-15 bis -22** veranschaulichen den Zeitverlauf der Jahresmittelwerte der Spuren- und Schwermetallgehalte im kleinen Weidelgras pro Standort seit 1993. Strenggenommen darf die Zeitreihe nur bis einschließlich 1999 interpretiert werden, da sich ab 2000 der Expositionszeitraum von 14 auf 28 Tage verlängert hat. Die Zeitreihen-Diagramme geben zusammengefasst wieder:

- jeweils **a**: Blei, Chrom und Titan,
- jeweils **b**: Cadmium, Arsen und Antimon,
- jeweils **c**: Zink, Mangan und Eisen,
- jeweils **d**: Kupfer, Nickel und Kobalt

Auf eine Darstellung der Zeitreihen für Vanadium, Aluminium, Thallium, Quecksilber und Molybdän wurde aus folgenden Gründen verzichtet:

- bei den Vanadiumergebnissen überwiegen, je nach Jahr der Beprobung, Werte kleiner der Nachweisgrenze (als  $\frac{1}{2}$  NWG verrechnet)
- für Thallium-, Quecksilber- und Molybdänzeitreihen stehen nur Ergebnisse weniger Beprobungen zur Verfügung
- Aluminiumzeitreihen konnten bis 1998 nicht gebildet werden, da die Al-Gehalte nicht plausibel waren, für ein aktuelle Zeitreihe ab 1999 liegen noch zu wenige Ergebnisse vor.

Für Scheyern existieren aus der Beprobung 1994 nur 2 von 10 möglichen Graskultur-Serien, deshalb wird hier auf eine Darstellung der „Mittelwerte“ verzichtet.

Die Mangananreicherungen der Beprobung 1999 erscheinen an allen Stationen seit 1998 singulär erhöht. Der Grund für diese systematisch höheren Gehalte konnte nicht ermittelt werden.

Ebenfalls 1999, sind an der DBS München bis auf Antimon, Kupfer und Nickel alle anderen Elemente außergewöhnlich erhöht (im Vergleich zu 1998 bzw. den Beprobungen nach 1999).

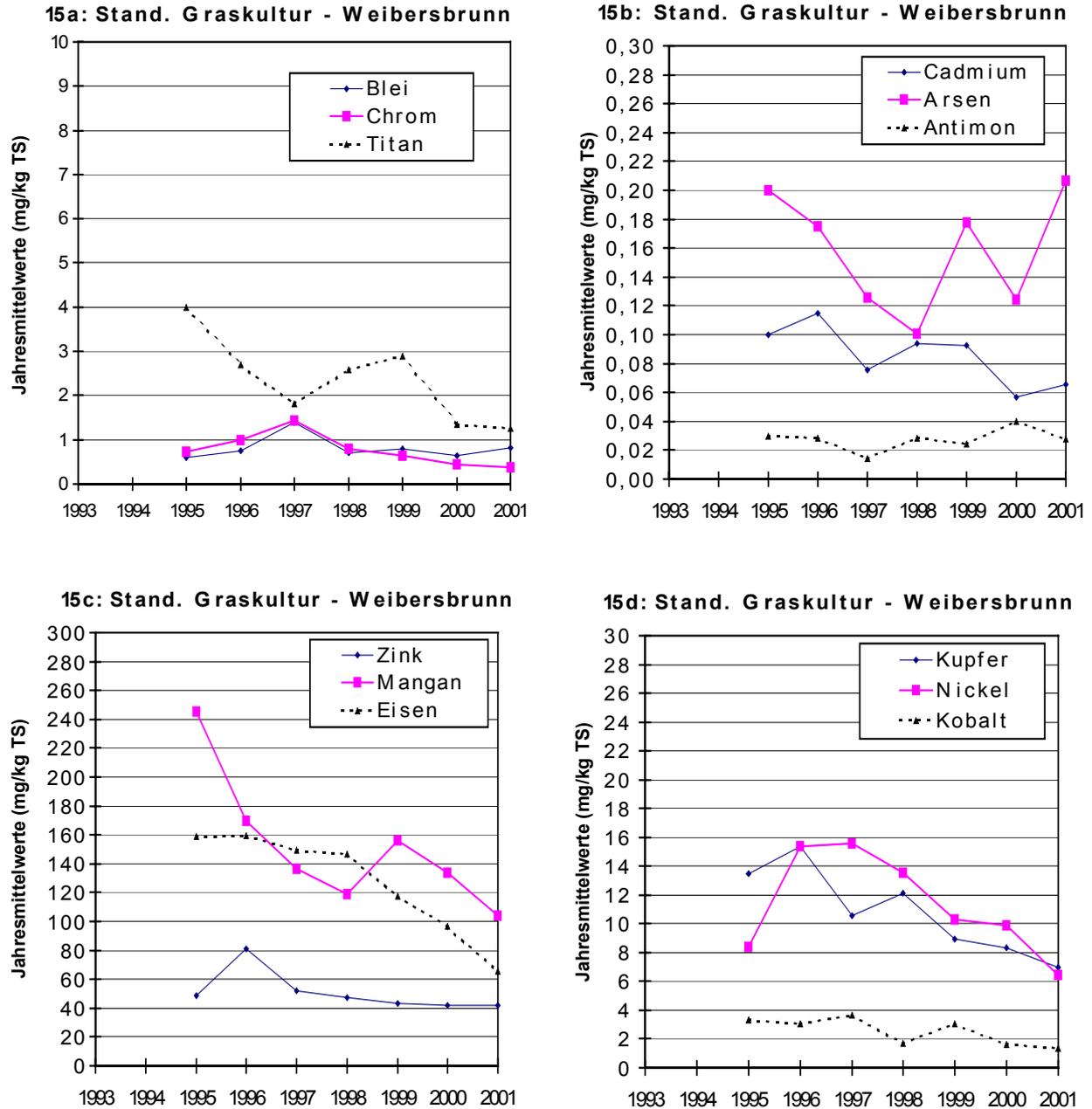


Abb. 3.1.5-15: Zeitreihe der Spuren- und Schwermetall-Immissionswirkungen [mg/kg TS] in standardisierten Graskulturen (bis 1999 kleine **14-tägige Variante**, ab 2000 kleine **28-tägige Variante**) in **Weibersbrunn**

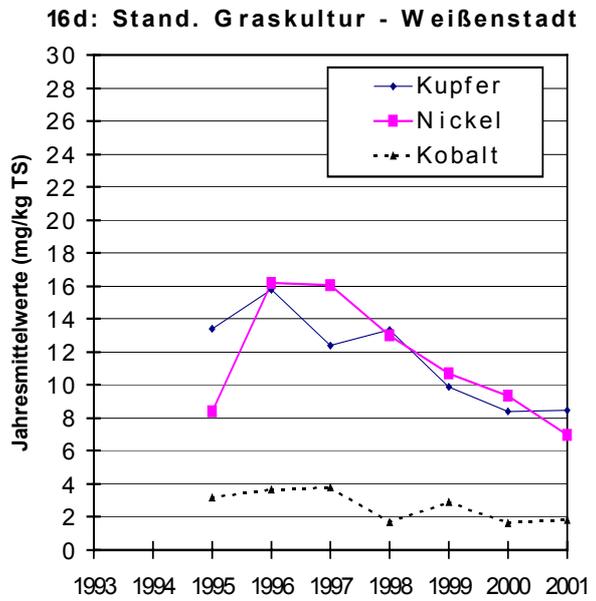
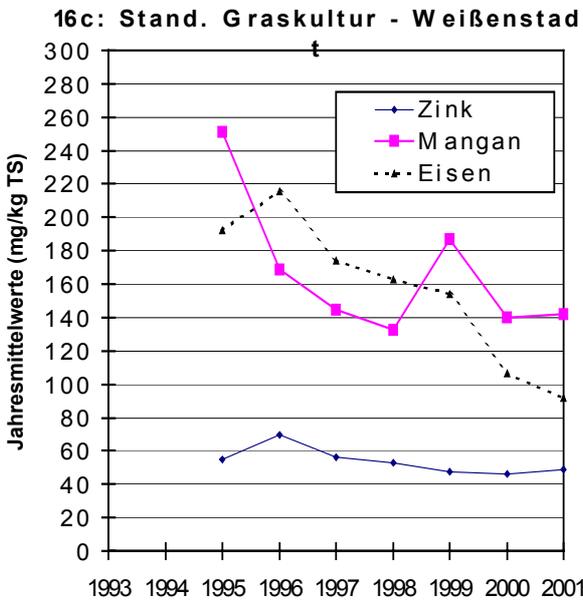
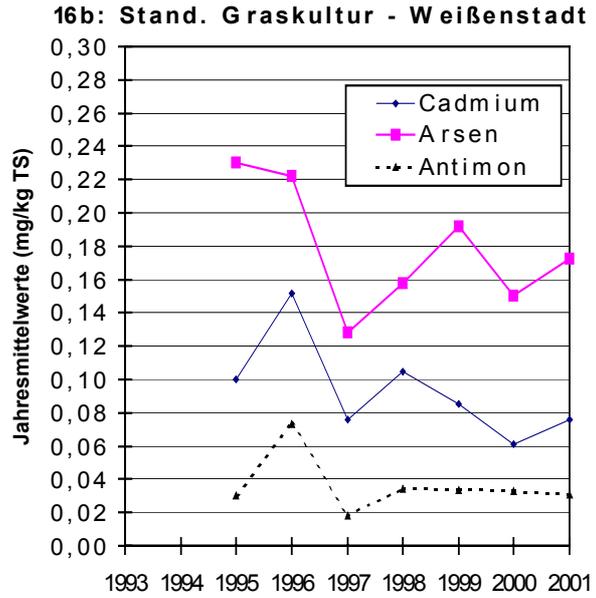
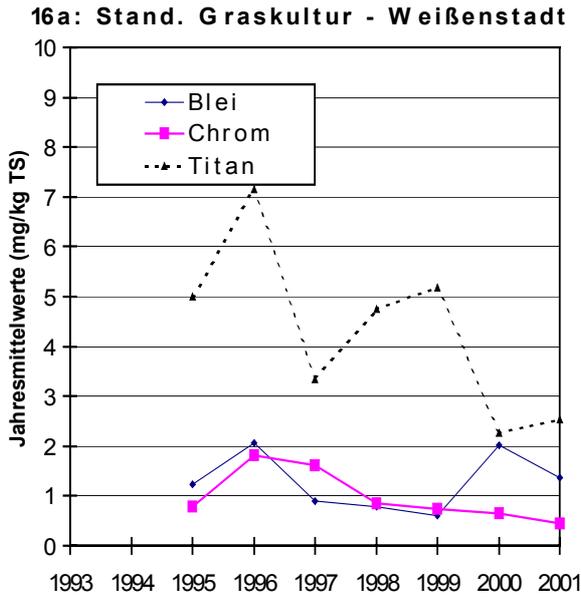


Abb. 3.1.5-16: Zeitreihe der Spuren- und Schwermetall-Immissionswirkungen [mg/kg TS] in standardisierten Graskulturen (bis 1999 kleine **14-tägige Variante**, ab 2000 kleine **28-tägige Variante**) in **Weißenstadt**

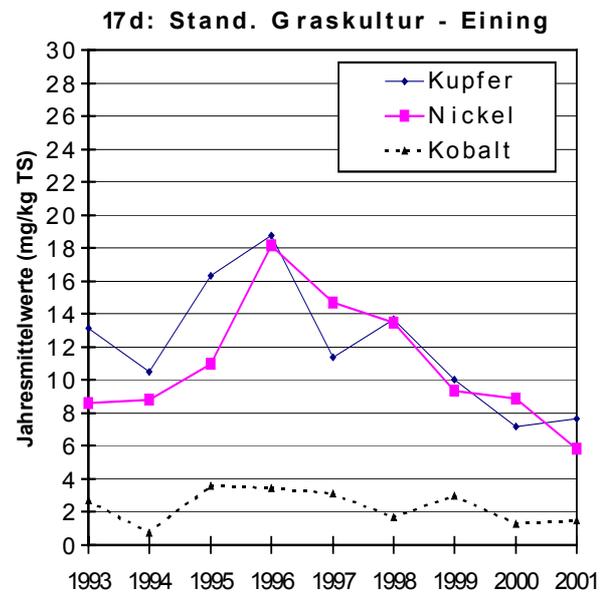
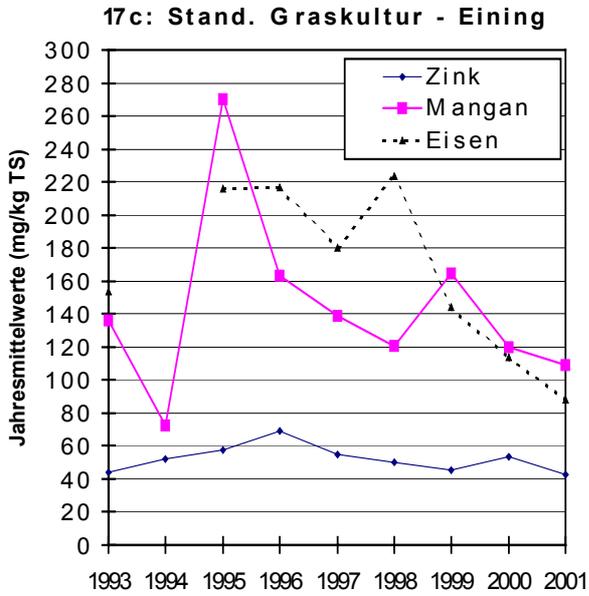
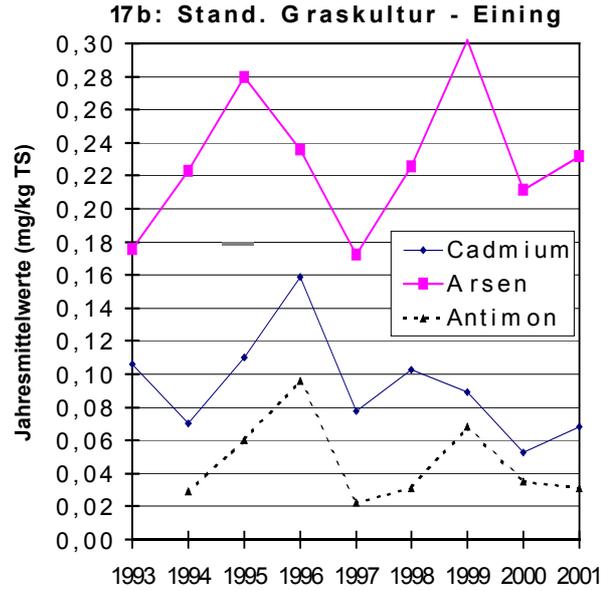
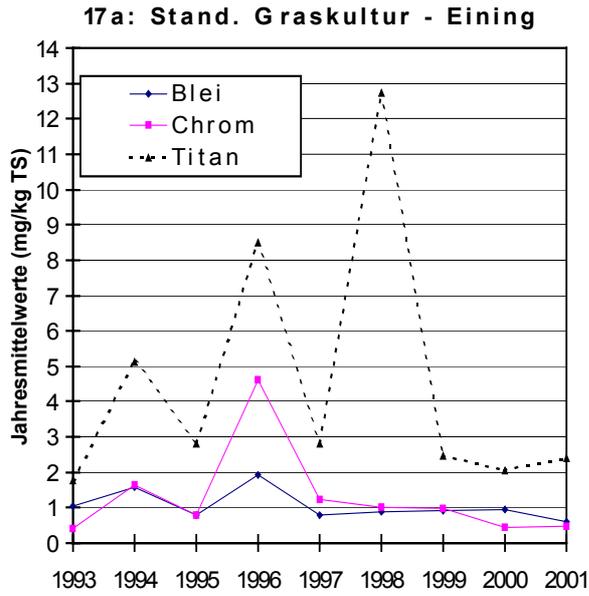


Abb. 3.1.5-17: Zeitreihe der Spuren- und Schwermetall-Immissionswirkungen [mg/kg TS] in standardisierten Graskulturen (bis 1999 kleine **14-tägige Variante**, ab 2000 kleine **28-tägige Variante**) in **Eining**

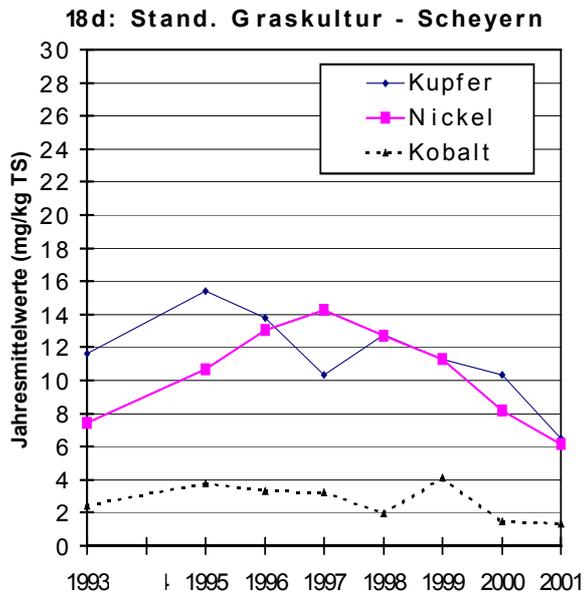
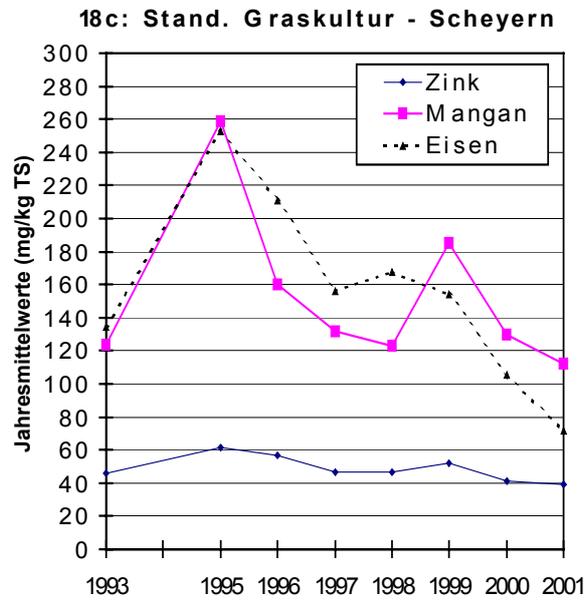
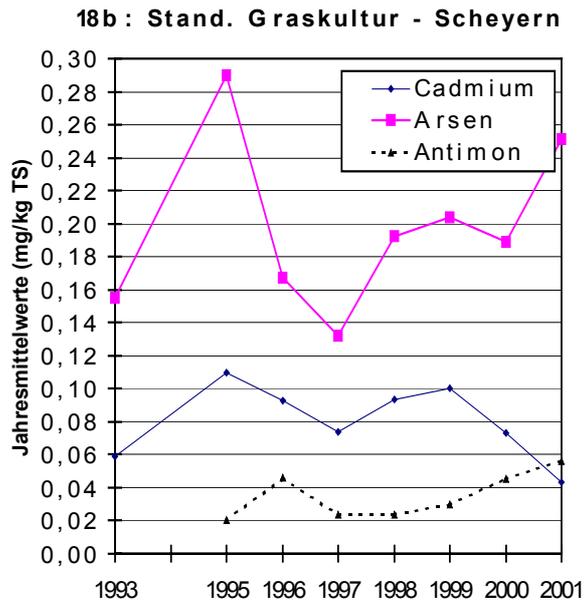
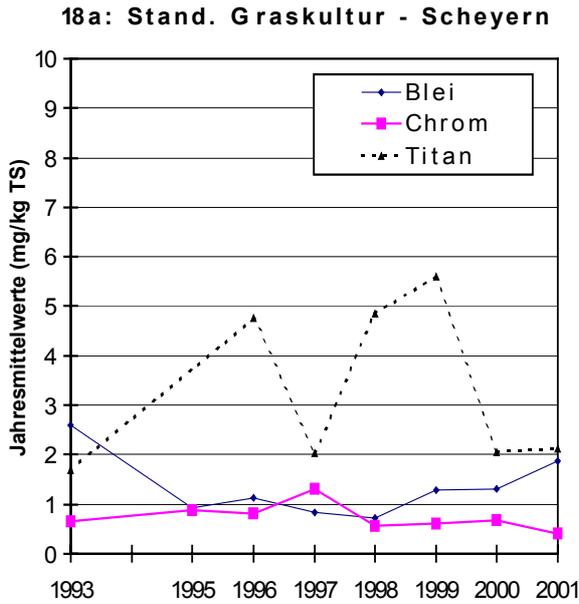


Abb. 3.1.5-18: Zeitreihe der Spuren- und Schwermetall-Immissionswirkungen [mg/kg TS] in standardisierten Graskulturen (bis 1999 kleine **14-tägige Variante**, ab 2000 kleine **28-tägige Variante**) in **Scheyern**

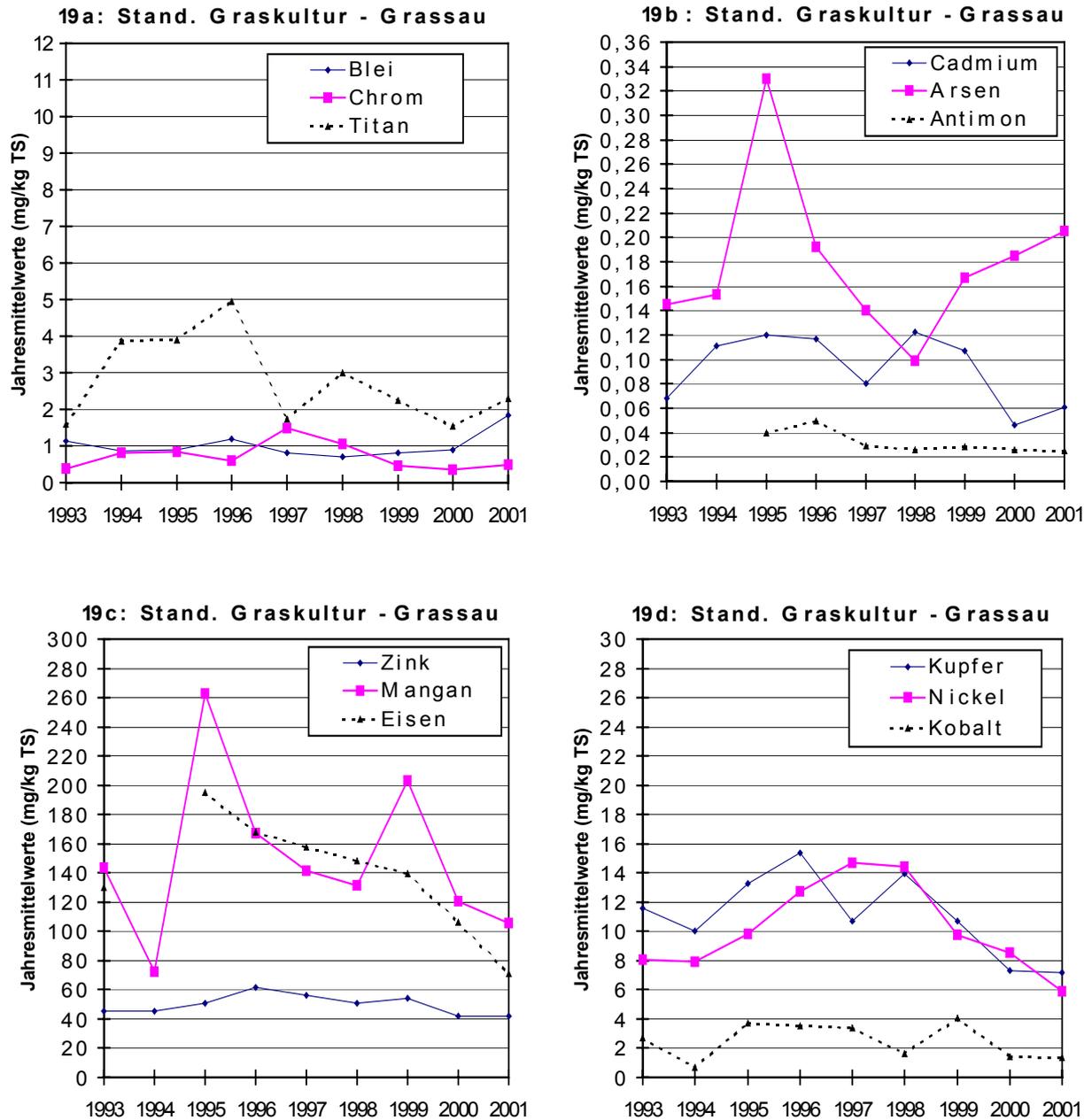


Abb. 3.1.5-19: Zeitreihe der Spuren- und Schwermetall-Immissionswirkungen [mg/kg TS] in standardisierten Graskulturen (bis 1999 kleine **14-tägige Variante**, ab 2000 kleine **28-tägige Variante**) in **Grassau**

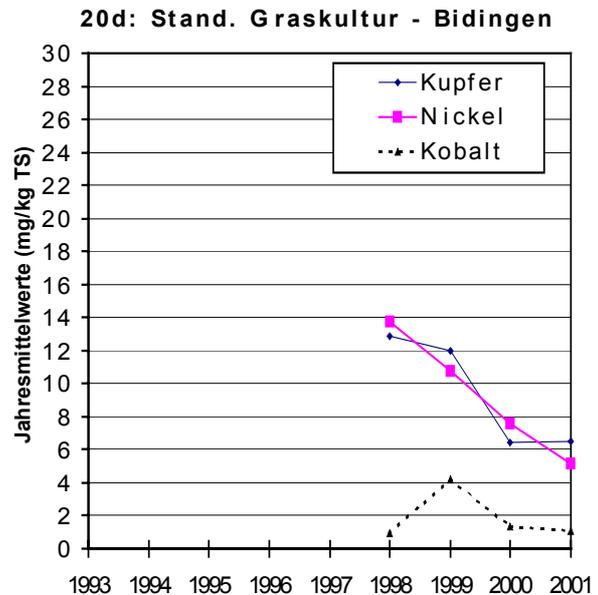
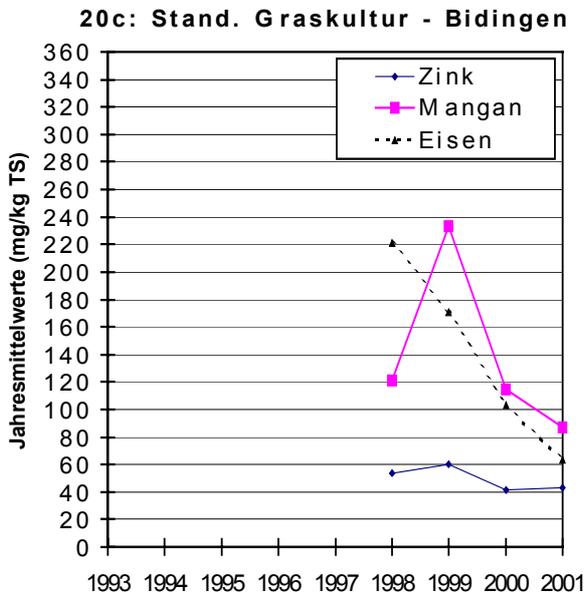
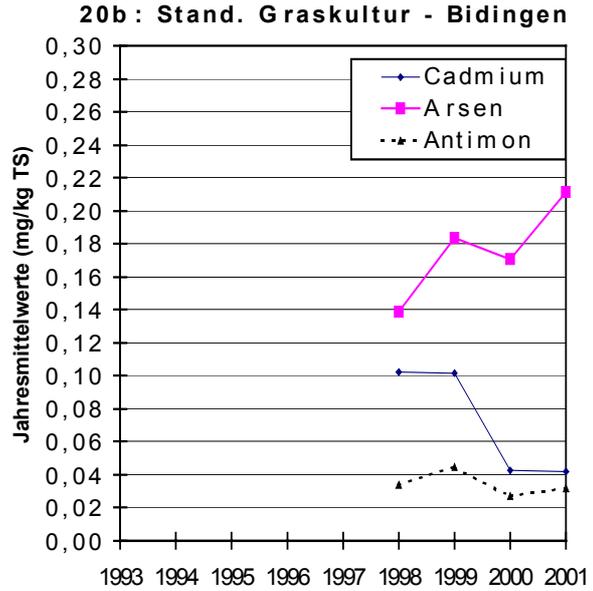
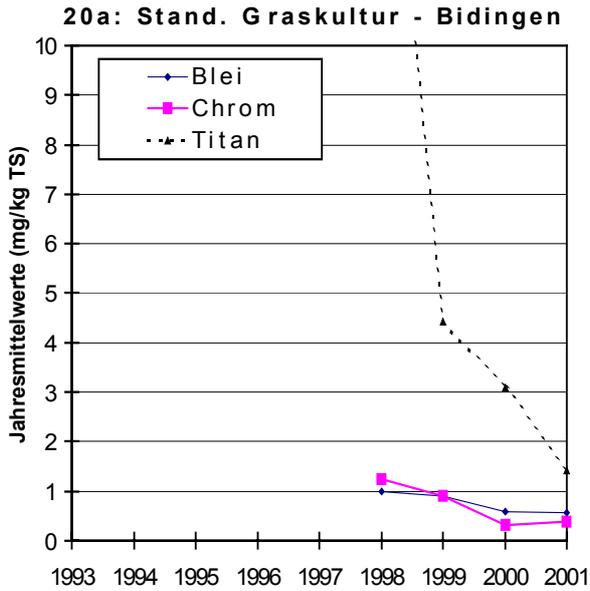


Abb. 3.1.5-20: Zeitreihe der Spuren- und Schwermetall-Immissionswirkungen [mg/kg TS] in standardisierten Graskulturen (bis 1999 kleine **14-tägige Variante**, ab 2000 kleine **28-tägige Variante**) in **Bidingen**

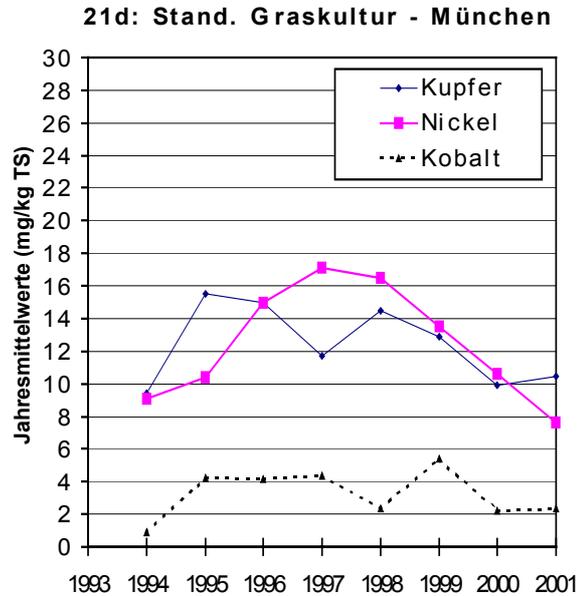
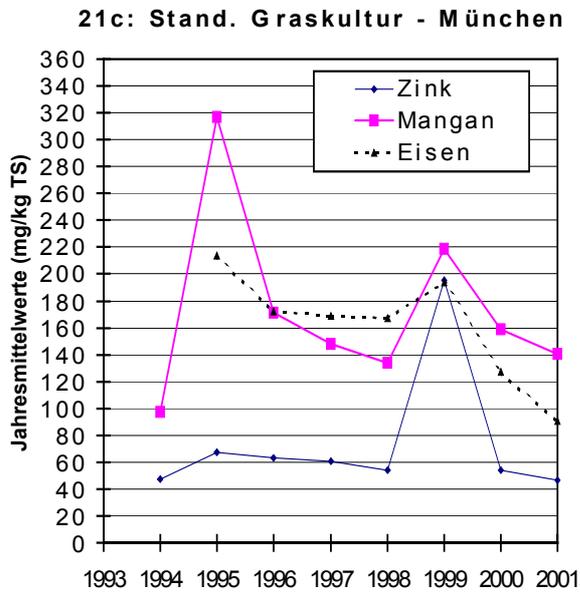
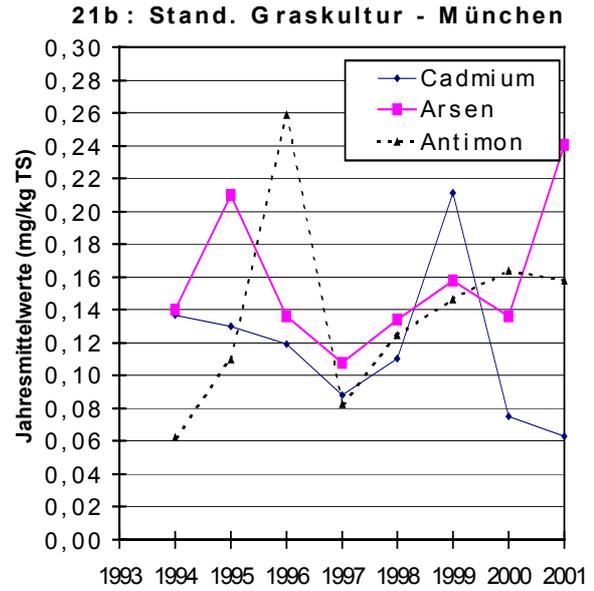
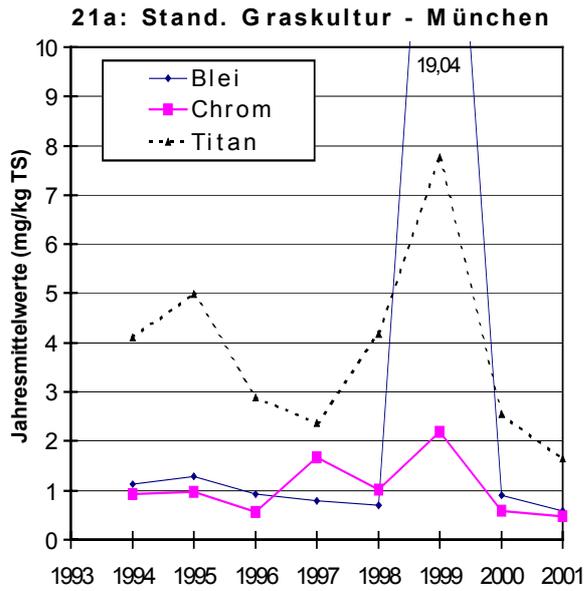


Abb. 3.1.5-21: Zeitreihe der Spuren- und Schwermetall-Immissionswirkungen [mg/kg TS] in standardisierten Graskulturen (bis 1999 kleine **14-tägige Variante**, ab 2000 kleine **28-tägige Variante**) in **München**

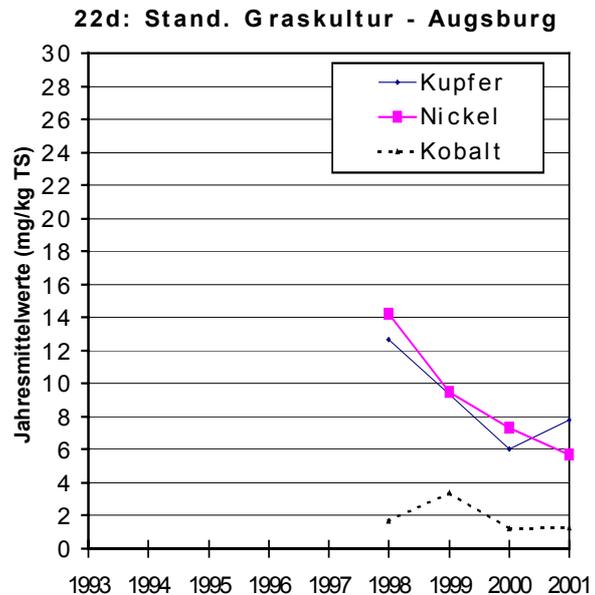
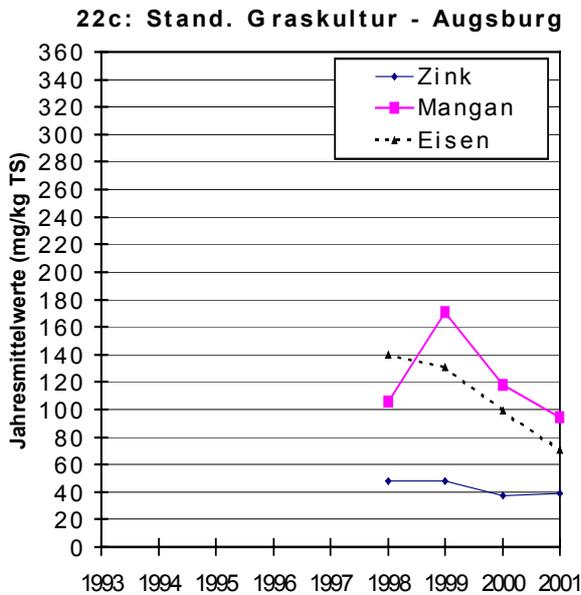
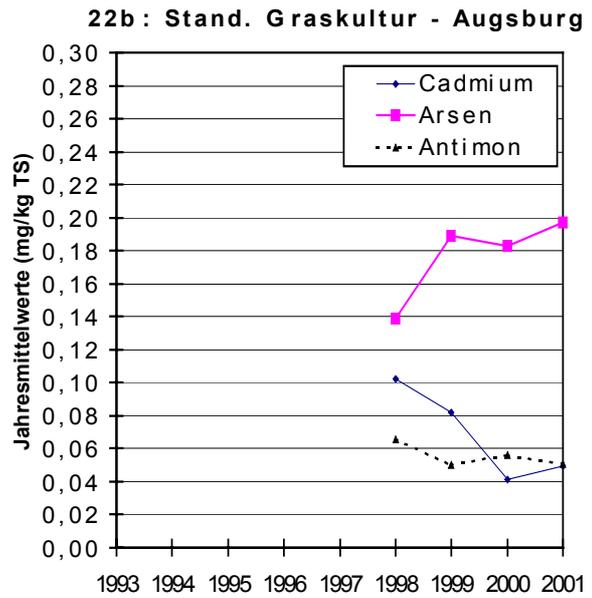
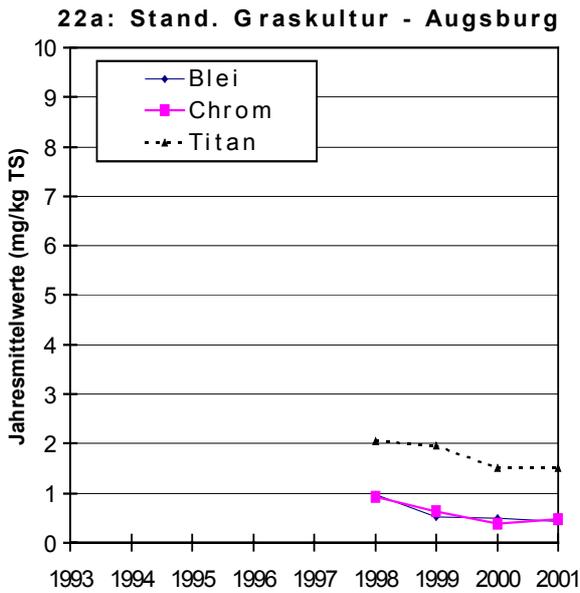


Abb. 3.1.5-22: Zeitreihe der Spuren- und Schwermetall-Immissionswirkungen [mg/kg TS] in standardisierten Graskulturen (bis 1999 kleine **14-tägige Variante**, ab 2000 kleine **28-tägige Variante**) in **Augsburg**

### Überschreitungen des Schwellenwertes

Die **Tabellen 3.1.5-1 bis -3** fassen die Schwellenwert-Überschreitungen in kleinen und großen Graskulturen an den Dauerbeobachtungsstationen 1999 bis 2001 zusammen.

Tab. 3.1.5-1: Überschreitung des Schwellenwertes (SW) in kleinen und großen Graskulturen 1999

	As	Cd	Co	Cr	Cu	Fe	Mn	Ni	Pb	Sb	Ti	V	Zn	Tl
<b>Wbb</b>														
<b>Wßs</b>										+				
<b>Ein</b>	+	○		+								+/+		+
<b>Shy</b>			○						+/+			+		+
<b>Gra</b>														
<b>Bid</b>				+		+	+		+	+			+	+
<b>Aug</b>										+				+
<b>Mün</b>		+/+	+/+	+/+	+/+	+/+	+	+	+/+	+/+	+	+	+/+	+

- + in kleiner Graskultur SW überschritten      ○ in kleiner Graskultur SW erreicht  
 + in großer Graskultur SW überschritten      ○ in großer Graskultur SW erreicht

Tab. 3.1.5-2: Überschreitung des Schwellenwertes (SW) in kleinen und großen Graskulturen 2000

	As	Cd	Co	Cr	Cu	Fe	Mn	Ni	Pb	Sb	Ti	V	Zn	Tl	Hg
<b>Wbb</b>															+
<b>Wßs</b>				+					+/+						+
<b>Ein</b>	+											○	○		
<b>Shy</b>		+		+	+										
<b>Gra</b>															
<b>Bid</b>											+				
<b>Aug</b>										+					
<b>Mün</b>		+/+	+/+	+/+	+		+	+		+/+			+		

Tab. 3.1.5-3: Überschreitung des Schwellenwertes (SW) in kleinen und großen Graskulturen 2001

	As	Cd	Co	Cr	Cu	Fe	Mn	Ni	Pb	Sb	Ti	V	Zn	Tl	Hg	Mo
<b>Wbb</b>		○								+						
<b>Wßs</b>	○	○	+/○			○		+	+		+					
<b>Ein</b>												+				
<b>Shy</b>	+/○									+						
<b>Gra</b>															+	
<b>Bid</b>															+	
<b>Aug</b>										+						
<b>Mün</b>			+/+		+			+		+/+				+		

+ in kleiner Graskultur SW überschritten      ○ in kleiner Graskultur SW erreicht

⊕ in großer Graskultur SW überschritten      ⊙ in großer Graskultur SW erreicht

### Rangfolge der Hintergrundbelastungen

Tab. 3.1.5-4: Reihenfolge der höchsten Metallanreicherung mit kleinem Weidelgras

	1999	2000	2001	Mittel 99-01
Mün	1	1	1	1
Ein	4	3	2	3
Wßs	5	2	3	3
Shy	2	4	4	3
Gra	6	5	5	5
Bid	2	7	8	6
Aug	7	8	6	7
Wbb	8	6	7	7

Legende: 1 = höchste Belastung - 4 = mittlere Belastung - 8 = niedrigste Belastung

Für diese Beurteilung wurde je Element und für jede Station aus dem Kollektiv der Standortmittelwerte ein entsprechender Rang berechnet. Dieser wurde anschließend stationsweise gemittelt. Aus diesem Mittelwert ergibt sich die jährliche Reihenfolge des Hintergrundniveaus.

Beim Vergleich der Stationen untereinander fällt auf:

In München gefolgt von Eining, Weißenstadt und Scheuern wurden am häufigsten die höchsten Metallgehalte ermittelt, in Weibersbrunn und Augsburg dagegen die niedrigsten. München ist geprägt von einem generell deutlich höheren Anreicherungsniveau und zwar bei den meisten Elementen (siehe auch **Tab. 3.1.5-1** bis **-3**). Erstmals können für Bidingen und Augsburg gesicherte Bewertungen gegeben werden. Das erwartete höhere Hintergrundniveau an der Station Bidingen (auf Grund der Lage im Voralpenland = Steigungsregen) ist mit Ausnahme des Jahres 1999 nicht festzustellen. Dieser Eindruck mag durch die verlängerte Expositionszeit mitbeeinflusst sein (siehe unten). Überraschend ist dagegen das niedrige Hintergrundniveau der Station Augsburg zu beurteilen: hier fehlen bis auf wenige Ausnahmen (Sb - Anreicherung) die typischen Merkmale einer Station, die den stadtgeprägten Hintergrund charakterisieren sollte, jenes Typus, den man mit der Station München beispielhaft verwirklicht findet.

### Unterschiede in der Anreicherung bei kleiner und großer Graskultur

Die unterschiedlichen Anreicherungsraten der kleinen und großen Graskultur sind auf den Punktdiagrammen im **Anhang** visualisiert: die Hochachse steht für die Große Graskultur, die Rechtsachse für die Kleine Graskultur. Das bestimmende Kriterium dürfte die unterschiedliche Expositionsdauer der Pflanzentöpfe sein: (Kleine Graskultur bis 1999 2-wöchig, ab 2000 4-wöchig, Große Graskultur generell 4-wöchig). Je länger der Expositionszeitraum, desto wahrscheinlicher ist die Tatsache, dass ein Starkregenereignis die auf der Pflanze anhaftenden Staubpartikel abspült und damit ein Verlust der Elementanreicherung (relative Verdünnung) eintritt. Inwieweit die Metallgehalte möglicherweise aufgrund der unterschiedlichen Wuchsleistung der beiden Graskulturen variieren, ist den Punktdiagrammen im Anhang zu entnehmen (Beprobung 2000 und 2001).

## 3.2 Polychlorierte Dibenzo-p-dioxine und Dibenzofurane (PCDD/F) in Weidelgras und Grünkohl

Immissionsbedingte Anreicherungen von PCDD/F in Weidelgras und Grünkohl haben sich in den letzten Jahren auf Werte um 0,5 ng I-TEQ/kg TS und darunter eingestellt. Das Homologenprofil spiegelt den typischen Eintrag der Schadstoffe über die Luft wider.

### 3.2.1 Einleitung

Polychlorierte Dibenzo-p-dioxine und Dibenzofurane (PCDD/F) werden z.B. bei industriellen thermischen Produktionsprozessen (z.B. Metallindustrie) und aus Feuerungsanlagen (bei unvollständiger Verbrennung in Gegenwart von Chlor) emittiert. Müllverbrennungsanlagen sind kaum noch am Eintrag von PCDD/F in die Umwelt beteiligt. Die Aufnahme der lipophilen Moleküle erfolgt fast ausschließlich über den Luftpfad in die Pflanze und gelangt damit in die Nahrungskette bis zum Menschen [HAGENMEIER ET AL., 1993; FIEDLER, 1995].

In zwei seit 1. Juli 2002 in Kraft getretenen EU-Normen [für Futtermittel: EU-Richtlinie 2001/102/EG, 2001; für Lebensmittel: EU-Verordnung (EG) Nr. 2375/2001, 2001] sind Höchstgehalte und darunter liegende Auslösewerte festgelegt. Die Gehalte werden in Toxizitätsäquivalenten der WHO unter Verwendung der WHO-TEF (Faktoren) ausgedrückt und als WHO-PCDD/F-TEQ pro Kilogramm angegeben. Für Futtermittelausgangserzeugnisse pflanzlichen Ursprungs (z.B. Gras) gilt ein Dioxin-Höchstgehalt von 0,75 ng/kg (bei 12 % Feuchtigkeitsgehalt), dieser Wert ist auch schon in der Futtermittelverordnung verankert [FuttMV, 2000]; umgerechnet auf 100 % Trockensubstanz (wie bei unseren Analysen angegeben) entspricht dies 0,85 ng/kg TS. Der entsprechende Auslösewert liegt bei 0,57 ng/kg TS. Für Lebensmittel, wie Gemüse, gilt ein Auslösewert von 0,4 ng WHO-PCDD/F-TEQ pro Kilogramm Frischgewicht. Noch vor Ende 2004 sollen diese Werte überprüft werden, insbesondere im Hinblick auf die Einbeziehung der dioxinähnlichen PCB.

Unsere Analysendaten werden als internationale Toxizitäts-Äquivalent-Werte **I-TEQ** (nach NATO/CCMS) angegeben. Sie unterscheiden sich von den WHO-TEQ durch unterschiedliche Wichtungsfaktoren bei drei Kongeneren. Die Faktoren beschreiben die dioxinähnliche Wirksamkeit eines Kongeneres relativ zum 2,3,7,8-TCDD und dienen dazu, die Gesamttoxizität der PCDD/F abzuschätzen. Im Zuge der Umstellung auf die WHO-TEQ werden in zukünftigen Berichten zusätzlich zum I-TEQ auch die WHO-TEQ dargestellt werden.

### 3.2.2 Methoden

Wirkungen der PCDD/F-Immissionen werden seit dem Jahr 2000 an den Dauerbeobachtungsstationen nach den VDI-Richtlinien 3957 Blatt 2 [VDI, 2003] und Blatt 3 [VDI, 2000] im aktiven Biomonitoring-Verfahren mit Weidelgras und Grünkohl untersucht.

Der Unterschied zu dem bis 1999 angewandten Verfahren ist lediglich die Größe und Anzahl der exponierten Pflanztöpfe für Weidelgras (bis einschließlich 1999: zwei Töpfe mit  $\varnothing$  20 cm, seit 2000: 8 Töpfe mit  $\varnothing$  14 cm). Expositionsbeginn für Weidelgras ist jedes Jahr in der 20. Kalenderwoche. Eine Serie dauert genau vier Wochen. Bis zur 40. Kalenderwoche werden somit fünf Serien exponiert. Die Graskulturen der ersten drei Serien werden gewichtsgleich zu Mischproben zusammengefasst, die vierte und die fünfte Serie wird jeweils einzeln analysiert.

Grünkohl wird zweimal im Jahr jeweils für acht Wochen exponiert. Die erste Serie dauert von der 32. bis zur 40. Kalenderwoche, die zweite Serie von der 40. bis zur 48. Kalenderwoche.

In den Jahren 1999, 2000 und 2001 wurden folgende Serien exponiert:

Weidelgras	<u>1.-3.Serie</u> 19.05.- 11.08.1999	<u>4. Serie</u> 11.08.- 08.09.1999	<u>5. Serie</u> 08.09.- 06.10.1999		
Grünkohl	<u>1. Serie</u> 11.08.-06.10.1999		<u>2. Serie</u> 06.10.-01.12.1999		
Weidelgras	<u>1.-3.Serie</u> 17.05.- 09.08.2000	<u>4. Serie</u> 09.08.- 06.09.2000	<u>5. Serie</u> 06.09.- 04.10.2000		
Grünkohl	<u>1. Serie</u> 09.08.-04.10.2000		<u>2. Serie</u> 04.10.-29.11.2000		
Weidelgras	<u>1.-3.Serie</u> 16.05.- 08.08.2001	<u>4. Serie</u> 08.08.- 05.09.2001	<u>5. Serie</u> 05.09.- 03.10.2001		
Grünkohl	<u>1. Serie</u> 08.08.-03.10.2001		<u>2. Serie</u> 03.10.-28.11.2001		

### 3.2.3 Ergebnisse

In den folgenden Tabellen sind die Homologensummen der tetra- bis octachlorierten Dioxine/Furane in Weidelgras und Grünkohl jeweils nach Dauerbeobachtungsstation und den drei Beprobungsjahren aufgeführt. In den Homologensummen sind alle Verbindungen mit der gleichen Anzahl von Chloratomen unabhängig von ihrer Stellung zusammengefasst, also z.B. alle Dioxine mit fünf Chloratomen bilden die Gruppe der Penta-Dioxine (PeCDD). Dementsprechend: vier Chloratome = Tetra- (TCDD), sechs Chloratome = Hexa- (HxCDD), sieben Chloratome = Hepta- (HpCDD), acht Chloratome = Octa- (OCDD), analog bei den Furanen. Die verschiedenen Gruppen bilden ein sog. Homologenmuster oder Homologenprofil, das für typische Fälle Aussagen über den Eintragspfad erlauben kann, also ob die Schadstoffe über die Luft, den Boden (Staubaufwirbelungen), mit der nassen Deposition oder eher gasförmig in die Pflanze gekommen sind. Direkte Aussagen über den Emittenten sind nicht möglich, da sich das Emissionsmuster z.B. am Schornstein vom Muster der Pflanzprobe durch den Transport verändern kann.

Die Summe aller Homologen (SuPCDD/F) stellt den Gesamteintrag der Dioxine und Furane in die Probe dar. Werte kleiner der Nachweisgrenze sind in Kleinschrift dargestellt und wurden in Höhe des halben Wertes in die Auswertungen mit einbezogen.

In **Tabelle 3.2.3-1 bis -8** sind die Ergebnisse der einzelnen Dauerbeobachtungsstationen im Jahr 1999, in **Tabelle 3.2.3-9 bis -17** die Ergebnisse aus dem Jahr 2000 zusammengefasst und **Tabelle 3.2.3-18 bis -26** beschreibt die Ergebnisse des Jahres 2001. Im Jahr 2000 und 2001 wurde eine Parallelstation in Kulmbach an der Außenstelle des LfU betrieben. Die Ergebnisse sind hier mit aufgeführt.

In Anlehnung an den Immissionsökologischen Jahresbericht 1998/99 werden höhere Werte in unterschiedlichen Graustufen hervorgehoben, um sich leichter eine Art Homologenprofil vorstellen zu können.

In den **Tabellen 3.2.3-1 bis -26** bedeutet:

Hellgrau	≥ 10 % bis < 15 % der SuPCDD/F
Mittelgrau	≥ 15 % bis < 20 % der SuPCDD/F
Dunkelgrau	≥ 20 % der SuPCDD/F

Das Homologenmuster aller Proben zeigte in den Jahren 1999, 2000 und 2001 ein recht gleichmäßiges Profil. Am stärksten sind die tetrachlorierten Furane (TCDF) vertreten – weiße Schrift auf dunkelgrauem Hintergrund, entspricht mehr als 20 Prozent Anteil an der Gesamtsumme. Danach folgen die oktachlorierten Dioxine (OCDD), die mindestens 15 Prozent, teilweise auch über 20 Prozent der Gesamtsumme ausmachen. Die dritte Abstufung zwischen 10 und 15 Prozent der Gesamtsumme wird meist von den pentachlorierten Furanen (PeCDF) und den höherchlorierten Dioxinen (HpCDD, HxCDD) besetzt. Dieses Profil stellt ein typisches Pflanzenprofil mit direktem Eintrag über den Luftpfad dar. Die PCDD/F-Verteilung in Ackerböden ist dagegen durch niedrige TCDF- und sehr hohe OCDD-Werte bestimmt [Mahnke, 1997]. Eine ‚oberflächliche Verschmutzung‘ der Pflanzenteile mit Bodenpartikeln kann daher ausgeschlossen werden.

Der Gesamteintrag der Dioxine und Furane in die Probe (in den Tabellen SuPCDD/F) hängt sowohl vom Standort als auch von der Expositionszeit ab. Vergleicht man beim Weidelgras die SuPCDD/F der drei Expositionszeiträume (1.-3. Serie, 4. Serie und 5. Serie) miteinander, so ist im allgemeinen eine Steigerung von Frühsommer und Sommer bis Herbst festzustellen. Darüber hinaus hat der Standort München im ersten Expositionszeitraum noch deutlich höhere PCDD/F-Einträge als die übrigen DBS, bei den letzten beiden Expositionen gleichen sich die Summen zwischen städtischer und ländlichen Stationen eher an (vgl. **Tab. 3.2.3-1 bis -26**).

Die beiden Grünkohlexpositionen unterscheiden sich vom Weidelgras durch ihre längeren Expositionszeiten. Die Höhe der Einträge ist beim Grünkohl in der 1. Expositionsserie trotzdem niedriger als das Mittel aus 4. und 5. Grasexposition. Eine Zeitreihe über beide Methoden hinweg ist damit nicht zulässig. Der städtische Standort München unterscheidet sich hier nicht von den übrigen DBS.

Einen Überblick über die Höhe und die Veränderungen der Dioxin-/Furan-Konzentrationen bieten die Zeitreihendiagramme, in denen der I-TE-Wert der Proben dargestellt wird. Hier sind die ländlichen Stationen Weibersbrunn, Weißenstadt, Eining, Scheyern, Grassau und Bidingen zu einem Mittelwert ‚ländliche DBS‘ zusammengefasst. Die städtischen Standorte Augsburg und München werden einzeln dargestellt, ebenso die ländliche Station Kulmbach, die erst seit dem Jahr 2000 in Betrieb ist. Die **Abbildungen 3.2.3-1, -2 und -3** stellen die I-TE-Werte der 1.-3. Serie, der 4. und der 5. Serie Weidelgras seit Beginn des Biomonitoringprogramms 1993 dar. **Abbildung 3.2.3-4 und -5** beziehen sich auf die 1. und die 2. Serie Grünkohl.

Bis auf die städtische Station München, die sich 1999 mit einem erhöhten Wert in der Mischprobe aus 1. bis 3. Serie Weidelgras vom Hintergrund abhebt, liegen die I-TE-Werte im sehr niedrigen Bereich unter 0,5 ng/kg TS (**Abb. 3.2.3-1 bis -3**). Die neue Station Kulmbach passt sich gut in die Reihe der ländlichen Stationen ein.

Die beiden Grünkohlserien (**Abb. 3.2.3-4 und -5**) liegen ebenfalls unter bzw. um den I-TE-Wert von 0,5 ng/kg TS. In der ersten Serie, der Sommer-Exposition, zeigen die Werte ein etwas uneinheitliches Bild (**Abb. 3.2.3-4**), die Werte der Herbst-Exposition (**Abb. 3.2.3-5**) sind dagegen sehr homogen.

Im Anhang an das PCDD/F-Kapitel sind Zeitreihendiagramme der I-TE-Werte für jede Dauerbeobachtungsstation von Weidelgras- und Grünkohl-Expositionen seit Inbetriebnahme dargestellt.

Tabelle 3.2.3-1	Weidelgras			Grünkohl	
<b>Weibersbrunn</b>	1.-3. Serie	4. Serie	5. Serie	1. Serie	2. Serie
PCDD/F	19.05.-11.08.1999	11.08.-08.09.1999	08.09.-06.10.1999	11.08.-06.10.1999	06.10.-01.12.1999
ng/kg TS					
TCDD	0,25	0,39	1,24	0,61	3,43
PeCDD	0,24	0,72	1,79	0,77	2,95
HxCDD	0,14	1,07	2,44	0,70	1,93
HpCDD	0,43	3,12	4,80	0,96	2,84
OCDD	0,85	4,46	6,63	1,76	3,23
TCDF	0,95	2,47	7,92	2,59	9,10
PeCDF	0,27	1,72	4,40	0,92	2,89
HxCDF	0,13	0,60	0,92	0,26	0,42
HpCDF	<b>nb</b>	0,59	0,67	0,32	0,27
OCDF	<0,02	0,36	0,28	0,25	0,17
<b>SuPCDD/F</b>	<b>-</b>	<b>15,50</b>	<b>31,09</b>	<b>9,14</b>	<b>27,23</b>
<b>I-TEQ</b>	<b>0,10</b>	<b>0,15</b>	<b>0,34</b>	<b>0,12</b>	<b>0,24</b>

Tabelle 3.2.3-2	Weidelgras			Grünkohl	
<b>Weißerstadt</b>	1.-3. Serie	4. Serie	5. Serie	1. Serie	2. Serie
PCDD/F	19.05.-11.08.1999	11.08.-08.09.1999	08.09.-06.10.1999	11.08.-06.10.1999	06.10.-01.12.1999
ng/kg TS					
TCDD	0,35	0,65	0,99	0,56	4,68
PeCDD	0,68	0,78	1,50	0,54	5,48
HxCDD	0,75	0,84	1,77	0,43	4,80
HpCDD	0,81	3,07	3,92	0,69	8,65
OCDD	1,01	6,72	3,97	1,32	17,70
TCDF	1,61	4,55	7,38	2,38	15,58
PeCDF	0,56	1,90	4,09	0,81	6,48
HxCDF	0,20	0,28	0,82	0,13	1,45
HpCDF	0,20	0,27	0,67	0,13	1,61
OCDF	0,15	0,15	0,25	0,07	1,22
<b>SuPCDD/F</b>	<b>6,32</b>	<b>19,21</b>	<b>25,36</b>	<b>7,06</b>	<b>67,65</b>
<b>I-TEQ</b>	<b>0,09</b>	<b>0,11</b>	<b>0,30</b>	<b>0,12</b>	<b>0,70</b>

Tabelle 3.2.3-3	Weidelgras			Grünkohl	
<b>Eining</b>	1.-3. Serie	4. Serie	5. Serie	1. Serie	2. Serie
PCDD/F	19.05.-11.08.1999	11.08.-08.09.1999	08.09.-06.10.1999	11.08.-06.10.1999	06.10.-01.12.1999
ng/kg TS					
TCDD	0,38	0,25	3,11	0,96	1,88
PeCDD	0,44	0,87	3,40	1,18	1,25
HxCDD	0,33	1,21	3,63	0,72	0,93
HpCDD	0,73	1,18	1,81	1,22	2,41
OCDD	0,71	4,76	3,04	1,34	2,87
TCDF	2,28	4,43	13,17	5,37	7,75
PeCDF	1,32	1,85	6,84	1,96	1,56
HxCDF	0,30	0,77	2,14	0,21	0,11
HpCDF	0,31	2,22	1,74	0,09	0,13
OCDF	0,07	0,32	0,20	0,05	0,04
<b>SuPCDD/F</b>	<b>6,87</b>	<b>17,86</b>	<b>39,08</b>	<b>13,10</b>	<b>18,93</b>
<b>I-TEQ</b>	<b>0,16</b>	<b>0,12</b>	<b>0,45</b>	<b>0,20</b>	<b>0,33</b>

Tabelle 3.2.3-4	Weidelgras			Grünkohl	
<b>Scheyern</b>	1.-3. Serie	4. Serie	5. Serie	1. Serie	2. Serie
PCDD/F	19.05.-11.08.1999	11.08.-08.09.1999	08.09.-06.10.1999	11.08.-06.10.1999	06.10.-01.12.1999
ng/kg TS					
TCDD	0,50	0,86	1,19	0,62	2,33
PeCDD	0,48	1,00	1,67	0,33	2,03
HxCDD	0,40	2,41	1,63	0,41	1,80
HpCDD	0,66	2,21	2,11	1,04	3,48
OCDD	0,98	8,63	2,11	1,55	4,11
TCDF	1,85	5,35	6,71	2,29	7,39
PeCDF	0,80	5,38	3,81	0,94	2,22
HxCDF	0,17	1,25	0,63	0,20	0,51
HpCDF	0,20	1,00	0,42	0,11	0,44
OCDF	0,23	0,32	0,11	0,09	0,21
<b>SuPCDD/F</b>	<b>6,27</b>	<b>28,41</b>	<b>20,39</b>	<b>7,58</b>	<b>24,52</b>
<b>I-TEQ</b>	<b>0,13</b>	<b>0,28</b>	<b>0,32</b>	<b>0,12</b>	<b>0,36</b>

Tabelle 3.2.3-5	Weidelgras			Grünkohl	
<b>Grassau</b>	1.-3. Serie	4. Serie	5. Serie	1. Serie	2. Serie
PCDD/F	19.05.-11.08.1999	11.08.-08.09.1999	08.09.-06.10.1999	11.08.-06.10.1999	06.10.-01.12.1999
ng/kg TS					
TCDD	1,55	0,52	1,44	0,19	2,62
PeCDD	0,43	1,31	3,34	0,74	1,36
HxCDD	0,30	1,62	3,69	0,95	1,93
HpCDD	1,04	1,90	6,31	1,64	3,37
OCDD	0,89	1,54	5,99	1,87	3,99
TCDF	0,06	2,57	7,37	1,86	7,34
PeCDF	0,66	1,29	5,53	1,31	1,08
HxCDF	0,21	0,33	1,34	0,25	0,14
HpCDF	0,36	0,25	0,85	0,18	0,16
OCDF	0,01	0,09	0,33	0,32	0,01
<b>SuPCDD/F</b>	<b>5,51</b>	<b>11,42</b>	<b>36,19</b>	<b>9,31</b>	<b>22,00</b>
<b>I-TEQ</b>	<b>0,12</b>	<b>0,14</b>	<b>0,43</b>	<b>0,12</b>	<b>0,30</b>

Tabelle 3.2.3-6	Weidelgras			Grünkohl	
<b>Bidingen</b>	1.-3. Serie	4. Serie	5. Serie	1. Serie	2. Serie
PCDD/F	19.05.-11.08.1999	11.08.-08.09.1999	08.09.-06.10.1999	11.08.-06.10.1999	06.10.-01.12.1999
ng/kg TS					
TCDD	0,54	keine Daten vorhanden	1,22	0,34	1,27
PeCDD	1,06		1,94	0,54	1,37
HxCDD	1,72		2,51	0,39	1,94
HpCDD	2,14		3,29	0,87	3,24
OCDD	1,91		2,90	0,75	2,91
TCDF	3,41		7,67	2,61	4,88
PeCDF	2,59		4,84	1,01	1,80
HxCDF	0,80		1,28	0,27	0,71
HpCDF	0,51		0,77	0,15	0,39
OCDF	0,34		0,28	0,14	0,19
<b>SuPCDD/F</b>	<b>15,02</b>		<b>26,70</b>	<b>7,07</b>	<b>18,70</b>
<b>I-TEQ</b>	<b>0,14</b>		<b>0,45</b>	<b>0,11</b>	<b>0,13</b>

Tabelle 3.2.3-7	Weidelgras			Grünkohl	
<b>Augsburg</b>	1.-3. Serie	4. Serie	5. Serie	1. Serie	2. Serie
PCDD/F	19.05.-11.08.1999	11.08.-08.09.1999	08.09.-06.10.1999	11.08.-06.10.1999	06.10.-01.12.1999
ng/kg TS					
TCDD	0,25	0,37	0,85	0,31	1,54
PeCDD	0,24	0,55	1,28	0,39	1,92
HxCDD	0,26	0,95	1,64	0,82	2,04
HpCDD	0,55	1,57	1,76	1,00	2,23
OCDD	0,95	2,06	1,54	1,25	2,53
TCDF	1,59	2,49	5,53	2,34	6,58
PeCDF	0,34	1,57	3,43	0,77	2,80
HxCDF	0,14	0,38	0,74	0,30	1,49
HpCDF	0,19	0,24	0,39	0,23	0,58
OCDF	0,13	0,23	0,23	0,22	0,62
<b>SuPCDD/F</b>	<b>4,64</b>	<b>10,41</b>	<b>17,39</b>	<b>7,63</b>	<b>22,33</b>
<b>I-TEQ</b>	<b>0,14</b>	<b>0,15</b>	<b>0,28</b>	<b>0,07</b>	<b>0,56</b>

Tabelle 3.2.3-8	Weidelgras			Grünkohl	
<b>München</b>	1.-3. Serie	4. Serie	5. Serie	1. Serie	2. Serie
PCDD/F	19.05.-11.08.1999	11.08.-08.09.1999	08.09.-06.10.1999	11.08.-06.10.1999	06.10.-01.12.1999
ng/kg TS					
TCDD	0,36	0,38	0,97	0,59	3,19
PeCDD	0,99	0,65	1,32	0,76	2,90
HxCDD	1,53	0,92	1,49	0,78	2,20
HpCDD	1,06	2,47	3,70	1,60	4,03
OCDD	1,69	3,51	5,02	2,34	0,35
TCDF	26,17	12,55	17,59	4,40	10,75
PeCDF	13,30	2,86	4,97	1,93	2,54
HxCDF	4,26	0,40	0,81	0,27	0,51
HpCDF	1,87	0,64	0,53	0,14	0,67
OCDF	1,09	0,22	0,34	0,14	0,27
<b>SuPCDD/F</b>	<b>52,32</b>	<b>24,60</b>	<b>36,74</b>	<b>12,95</b>	<b>27,41</b>
<b>I-TEQ</b>	<b>1,32</b>	<b>0,22</b>	<b>0,12</b>	<b>0,12</b>	<b>0,51</b>

Tabelle 3.2.3-9	Weidelgras			Grünkohl	
<b>Weibersbrunn</b>	1.-3. Serie	4. Serie	5. Serie	1. Serie	2. Serie
PCDD/F	17.05.-09.08.2000	09.08.-06.09.2000	06.09.-04.10.2000	09.08.-04.10.2000	04.10.-29.11.2000
ng/kg TS					
TCDD	1,34	0,74	1,16	0,41	2,09
PeCDD	1,52	0,88	1,35	0,38	2,54
HxCDD	1,51	1,51	1,75	0,49	3,12
HpCDD	1,80	2,14	2,21	0,71	3,97
OCDD	2,16	2,16	2,46	1,10	5,78
TCDF	3,04	2,79	6,09	1,82	5,48
PeCDF	1,57	1,32	2,74	0,72	2,32
HxCDF	0,86	0,93	1,28	0,38	1,18
HpCDF	0,54	0,71	0,72	0,22	0,75
OCDF	0,23	0,21	0,21	0,09	0,36
<b>SuPCDD/F</b>	<b>14,58</b>	<b>13,40</b>	<b>19,97</b>	<b>6,32</b>	<b>27,58</b>
<b>I-TEQ</b>	<b>0,18</b>	<b>0,19</b>	<b>0,21</b>	<b>0,09</b>	<b>0,26</b>

Tabelle 3.2.3-10	Weidelgras			Grünkohl	
<b>Weissenstadt</b>	1.-3. Serie	4. Serie	5. Serie	1. Serie	2. Serie
PCDD/F	17.05.-09.08.2000	09.08.-06.09.2000	06.09.-04.10.2000	09.08.-04.10.2000	04.10.-29.11.2000
ng/kg TS					
TCDD	0,38	0,82	1,63	0,52	1,70
PeCDD	1,22	1,08	1,96	0,60	1,31
HxCDD	1,62	1,29	2,02	0,56	1,22
HpCDD	1,58	1,58	2,52	0,85	1,59
OCDD	1,68	1,68	2,91	3,14	1,93
TCDF	1,23	3,32	7,92	2,10	4,33
PeCDF	0,86	1,69	4,04	0,96	1,56
HxCDF	0,82	0,83	1,72	0,44	0,49
HpCDF	0,78	0,42	1,12	0,25	0,32
OCDF	0,26	0,15	0,27	0,19	0,10
<b>SuPCDD/F</b>	<b>10,44</b>	<b>12,86</b>	<b>26,11</b>	<b>9,61</b>	<b>14,56</b>
<b>I-TEQ</b>	<b>0,26</b>	<b>0,13</b>	<b>0,34</b>	<b>0,12</b>	<b>0,14</b>

Tabelle 3.2.3-11	Weidelgras			Grünkohl	
<b>Eining</b>	1.-3. Serie	4. Serie	5. Serie	1. Serie	2. Serie
PCDD/F	17.05.-09.08.2000	09.08.-06.09.2000	06.09.-04.10.2000	09.08.-04.10.2000	04.10.-29.11.2000
ng/kg TS					
TCDD	1,12	1,11	1,61	0,74	1,73
PeCDD	1,59	1,54	2,64	0,86	1,64
HxCDD	1,81	1,67	3,95	1,07	2,01
HpCDD	1,71	1,68	5,39	0,89	2,19
OCDD	1,59	1,74	10,72	0,60	3,14
TCDF	4,42	4,19	8,11	3,32	4,45
PeCDF	2,29	1,61	3,89	1,07	1,24
HxCDF	1,35	0,88	2,00	0,44	0,58
HpCDF	0,76	0,66	1,45	0,17	0,39
OCDF	0,24	0,22	0,50	0,03	0,13
<b>SuPCDD/F</b>	<b>16,87</b>	<b>15,30</b>	<b>40,26</b>	<b>9,18</b>	<b>17,50</b>
<b>I-TEQ</b>	<b>0,17</b>	<b>0,16</b>	<b>0,39</b>	<b>0,09</b>	<b>0,23</b>

Tabelle 3.2.3-12	Weidelgras			Grünkohl	
<b>Scheyern</b>	1.-3. Serie	4. Serie	5. Serie	1. Serie	2. Serie
PCDD/F ng/kg TS	17.05.-09.08.2000	09.08.-06.09.2000	06.09.-04.10.2000	09.08.-04.10.2000	04.10.-29.11.2000
TCDD	0,65	0,84	2,45	0,87	3,95
PeCDD	0,97	1,14	2,96	0,70	3,52
HxCDD	1,18	1,31	4,29	0,93	2,47
HpCDD	1,09	1,38	4,62	0,89	2,39
OCDD	1,19	1,29	4,15	1,08	3,28
TCDF	3,01	2,82	13,22	3,88	7,41
PeCDF	1,52	1,48	6,29	1,07	2,04
HxCDF	0,92	0,86	2,28	0,52	0,57
HpCDF	0,60	0,50	1,36	0,20	0,34
OCDF	0,19	0,13	0,18	0,12	0,13
<b>SuPCDD/F</b>	<b>11,33</b>	<b>11,75</b>	<b>41,79</b>	<b>10,27</b>	<b>26,11</b>
<b>I-TEQ</b>	<b>0,13</b>	<b>0,13</b>	<b>0,38</b>	<b>0,17</b>	<b>0,17</b>

Tabelle 3.2.3-13	Weidelgras			Grünkohl	
<b>Grassau</b>	1.-3. Serie	4. Serie	5. Serie	1. Serie	2. Serie
PCDD/F ng/kg TS	17.05.-09.08.2000	09.08.-06.09.2000	06.09.-04.10.2000	09.08.-04.10.2000	04.10.-29.11.2000
TCDD	0,55	keine Daten vorhanden	2,18	0,92	1,77
PeCDD	0,90		3,87	1,20	1,55
HxCDD	1,70		5,84	1,42	1,90
HpCDD	2,06		7,17	1,37	2,46
OCDD	1,97		5,40	1,83	3,64
TCDF	2,20		8,41	2,44	0,29
PeCDF	1,00		4,90	1,00	1,24
HxCDF	0,69		2,17	0,50	0,56
HpCDF	0,69		1,05	0,28	0,47
OCDF	0,16		0,26	0,08	0,20
<b>SuPCDD/F</b>	<b>11,92</b>		<b>41,25</b>	<b>11,03</b>	<b>14,08</b>
<b>I-TEQ</b>	<b>0,18</b>		<b>0,56</b>	<b>0,13</b>	<b>0,20</b>

Tabelle 3.2.3-14	Weidelgras			Grünkohl	
<b>Bidingen</b>	1.-3. Serie	4. Serie	5. Serie	1. Serie	2. Serie
PCDD/F ng/kg TS	17.05.-09.08.2000	09.08.-06.09.2000	06.09.-04.10.2000	09.08.-04.10.2000	04.10.-29.11.2000
TCDD	0,41	0,72	1,15	0,51	0,62
PeCDD	0,82	0,92	1,84	0,50	0,61
HxCDD	1,18	1,47	2,44	0,85	0,57
HpCDD	1,47	1,74	3,00	0,64	0,80
OCDD	1,67	1,42	2,36	0,70	2,02
TCDF	2,44	4,08	5,43	2,22	2,70
PeCDF	1,32	1,81	2,78	1,11	1,04
HxCDF	0,81	0,92	1,43	0,60	0,37
HpCDF	0,52	0,48	0,80	0,31	0,23
OCDF	0,16	0,11	0,10	0,04	0,12
<b>SuPCDD/F</b>	<b>10,78</b>	<b>13,67</b>	<b>21,33</b>	<b>7,48</b>	<b>9,06</b>
<b>I-TEQ</b>	<b>0,15</b>	<b>0,18</b>	<b>0,26</b>	<b>0,12</b>	<b>0,07</b>

Tabelle 3.2.3-15	Weidelgras			Grünkohl	
<b>Augsburg</b>	1.-3. Serie	4. Serie	5. Serie	1. Serie	2. Serie
PCDD/F	17.05.-09.08.2000	09.08.-06.09.2000	06.09.-04.10.2000	09.08.-04.10.2000	04.10.-29.11.2000
ng/kg TS					
TCDD	0,41	1,00	1,32	0,61	1,50
PeCDD	0,72	1,22	2,11	0,95	1,51
HxCDD	0,81	1,28	3,18	1,06	1,56
HpCDD	0,95	1,42	4,49	1,13	1,85
OCDD	1,21	1,21	3,86	2,03	3,14
TCDF	2,64	3,75	5,64	2,43	5,04
PeCDF	1,06	1,57	2,30	1,01	1,53
HxCDF	0,54	0,81	1,34	0,58	0,49
HpCDF	0,43	0,49	0,75	0,41	0,29
OCDF	0,18	0,14	0,19	0,16	0,09
<b>SuPCDD/F</b>	<b>8,97</b>	<b>12,88</b>	<b>25,18</b>	<b>10,37</b>	<b>16,99</b>
<b>I-TEQ</b>	<b>0,13</b>	<b>0,13</b>	<b>0,24</b>	<b>0,17</b>	<b>0,10</b>

Tabelle 3.2.3-16	Weidelgras			Grünkohl	
<b>München</b>	1.-3. Serie	4. Serie	5. Serie	1. Serie	2. Serie
PCDD/F	17.05.-09.08.2000	09.08.-06.09.2000	06.09.-04.10.2000	09.08.-04.10.2000	04.10.-29.11.2000
ng/kg TS					
TCDD	0,71	1,21	2,06	1,28	1,66
PeCDD	0,80	1,42	2,73	1,60	1,54
HxCDD	1,42	2,48	3,43	2,74	2,01
HpCDD	2,28	2,73	6,27	3,77	2,21
OCDD	3,41	2,71	7,47	5,31	3,25
TCDF	8,79	7,27	14,70	4,53	4,47
PeCDF	2,35	2,01	5,29	1,84	1,56
HxCDF	1,07	0,99	2,55	1,19	0,72
HpCDF	0,89	0,97	1,73	0,77	0,53
OCDF	0,30	0,21	0,61	0,37	0,18
<b>SuPCDD/F</b>	<b>22,02</b>	<b>22,01</b>	<b>46,84</b>	<b>23,40</b>	<b>18,13</b>
<b>I-TEQ</b>	<b>0,29</b>	<b>0,39</b>	<b>0,53</b>	<b>0,30</b>	<b>0,17</b>

Tabelle 3.2.3-17	Weidelgras			Grünkohl	
<b>Kulmbach</b>	1.-3. Serie	4. Serie	5. Serie	1. Serie	2. Serie
PCDD/F	17.05.-09.08.2000	09.08.-06.09.2000	06.09.-04.10.2000	09.08.-04.10.2000	04.10.-29.11.2000
ng/kg TS					
TCDD	0,66	0,40	1,82	4,00	3,52
PeCDD	0,73	0,69	1,95	3,46	2,69
HxCDD	0,61	1,02	1,76	2,55	2,04
HpCDD	0,76	1,32	1,87	2,37	2,02
OCDD	0,72	1,11	2,14	2,91	9,15
TCDF	2,78	2,82	8,24	8,79	2,91
PeCDF	1,08	1,13	3,63	2,50	0,83
HxCDF	0,52	0,57	1,25	0,90	0,36
HpCDF	0,28	0,36	0,53	0,41	2,55
OCDF	0,08	0,08	0,12	0,14	0,09
<b>SuPCDD/F</b>	<b>8,23</b>	<b>9,50</b>	<b>23,31</b>	<b>28,04</b>	<b>26,16</b>
<b>I-TEQ</b>	<b>0,11</b>	<b>0,11</b>	<b>0,27</b>	<b>0,41</b>	<b>0,25</b>

Tabelle 3.2.3-18	Weidelgras			Grünkohl	
<b>Weibersbrunn</b>	1. - 3. Serie	4. Serie	5. Serie	1.Serie	2. Serie
PCDD/F ng/kg TS	16.05.-08.08.2001	08.08.-05.09.2001	05.09.-03.10.2001	08.08.-03.10.2001	03.10.-28.11.2001
TCDD	0,49	0,99	1,54	0,66	2,91
PeCDD	0,48	1,12	2,20	1,18	3,84
HxCDD	0,72	1,29	2,70	0,88	4,92
HpCDD	0,88	1,71	3,51	1,22	6,69
OCDD	0,97	2,14	4,47	1,43	8,36
TCDF	2,40	6,05	5,31	2,26	10,92
PeCDF	1,17	3,36	2,57	1,30	6,56
HxCDF	0,65	1,59	1,61	0,60	3,12
HpCDF	0,27	0,69	1,26	0,39	1,86
OCDF	0,16	0,23	0,33	0,06	0,19
<b>SuPCDD/F</b>	<b>8,20</b>	<b>19,17</b>	<b>25,50</b>	<b>9,98</b>	<b>49,37</b>
<b>I-TEQ</b>	<b>0,10</b>	<b>0,24</b>	<b>0,12</b>	<b>0,05</b>	<b>0,58</b>

Tabelle 3.2.3-19	Weidelgras			Grünkohl	
<b>Weißstadt</b>	1. - 3. Serie	4. Serie	5. Serie	1.Serie	2. Serie
PCDD/F ng/kg TS	16.05.-08.08.2001	08.08.-05.09.2001	05.09.-03.10.2001	08.08.-03.10.2001	03.10.-28.11.2001
TCDD	0,85	1,13	keine Daten vorhanden	0,76	1,44
PeCDD	0,90	1,48		0,76	2,26
HxCDD	1,06	1,55		0,90	3,40
HpCDD	1,10	1,81		0,90	5,11
OCDD	1,36	2,54		1,28	6,66
TCDF	3,81	5,65		2,99	5,07
PeCDF	1,72	3,03		1,37	2,95
HxCDF	0,84	1,49		0,49	1,41
HpCDF	0,43	0,72		0,26	0,79
OCDF	0,09	0,26		0,23	0,33
<b>SuPCDD/F</b>	<b>12,16</b>	<b>19,66</b>		<b>9,95</b>	<b>29,42</b>
<b>I-TEQ</b>	<b>0,10</b>	<b>0,25</b>		<b>0,18</b>	<b>0,41</b>

Tabelle 3.2.3-20	Weidelgras			Grünkohl	
<b>Eining</b>	1. - 3. Serie	4. Serie	5. Serie	1.Serie	2. Serie
PCDD/F ng/kg TS	16.05.-08.08.2001	08.08.-05.09.2001	05.09.-03.10.2001	08.08.-03.10.2001	03.10.-28.11.2001
TCDD	0,65	0,78	2,01	1,95	4,85
PeCDD	0,68	0,68	2,92	2,20	4,33
HxCDD	0,95	0,76	3,12	1,94	4,02
HpCDD	1,28	0,95	3,02	1,69	5,01
OCDD	2,22	1,03	3,42	1,42	7,11
TCDF	2,58	3,31	8,20	5,66	19,31
PeCDF	1,54	1,69	3,59	2,74	7,03
HxCDF	0,72	0,72	1,68	0,81	2,37
HpCDF	0,45	0,38	0,68	0,28	0,90
OCDF	0,17	0,10	0,24	0,12	0,34
<b>SuPCDD/F</b>	<b>11,23</b>	<b>10,39</b>	<b>28,88</b>	<b>18,82</b>	<b>55,27</b>
<b>I-TEQ</b>	<b>0,13</b>	<b>0,11</b>	<b>0,36</b>	<b>0,18</b>	<b>0,66</b>

Tabelle 3.2.3-21	Weidelgras			Grünkohl	
<b>Scheyern</b>	1. - 3. Serie	4. Serie	5. Serie	1.Serie	2. Serie
PCDD/F ng/kg TS	16.05.-08.08.2001	08.08.-05.09.2001	05.09.-03.10.2001	08.08.-03.10.2001	03.10.-28.11.2001
TCDD	0,38	1,76	keine Daten vorhanden	0,74	2,03
PeCDD	0,49	1,73		0,86	2,63
HxCDD	0,77	1,67		1,13	3,08
HpCDD	1,38	1,80		1,14	4,70
OCDD	2,05	2,66		1,43	7,05
TCDF	2,12	8,99		2,72	8,35
PeCDF	1,18	4,18		1,34	4,01
HxCDF	0,64	1,40		0,52	1,57
HpCDF	0,43	0,61		0,19	0,79
OCDF	0,18	0,21		0,06	0,28
<b>SuPCDD/F</b>	<b>9,61</b>	<b>25,01</b>		<b>10,13</b>	<b>34,49</b>
<b>I-TEQ</b>	<b>0,10</b>	<b>0,26</b>		<b>0,09</b>	<b>0,43</b>

Tabelle 3.2.3-22	Weidelgras			Grünkohl	
<b>Grassau</b>	1. - 3. Serie	4. Serie	5. Serie	1.Serie	2. Serie
PCDD/F ng/kg TS	16.05.-08.08.2001	08.08.-05.09.2001	05.09.-03.10.2001	08.08.-03.10.2001	03.10.-28.11.2001
TCDD	0,61	1,54	2,55	0,89	2,37
PeCDD	0,97	3,80	4,53	1,14	2,73
HxCDD	1,60	2,85	5,34	1,64	2,93
HpCDD	1,56	3,20	4,57	1,28	4,00
OCDD	1,92	3,30	6,93	1,29	6,20
TCDF	2,37	7,54	6,88	3,07	7,97
PeCDF	1,12	4,64	4,13	1,40	2,95
HxCDF	0,69	1,98	2,09	0,49	1,10
HpCDF	0,41	0,89	1,27	0,19	0,48
OCDF	0,17	0,26	0,36	0,05	0,13
<b>SuPCDD/F</b>	<b>11,44</b>	<b>30,02</b>	<b>38,65</b>	<b>11,43</b>	<b>30,86</b>
<b>I-TEQ</b>	<b>0,10</b>	<b>0,31</b>	<b>0,27</b>	<b>0,10</b>	<b>0,33</b>

Tabelle 3.2.3-23	Weidelgras			Grünkohl	
<b>Bidingen</b>	1. - 3. Serie	4. Serie	5. Serie	1.Serie	2. Serie
PCDD/F ng/kg TS	16.05.-08.08.2001	08.08.-05.09.2001	05.09.-03.10.2001	08.08.-03.10.2001	03.10.-28.11.2001
TCDD	0,71	0,67	2,00	0,56	1,87
PeCDD	0,90	1,08	2,20	0,69	1,55
HxCDD	1,05	1,67	2,57	0,75	2,13
HpCDD	1,26	2,16	3,37	0,81	2,94
OCDD	1,93	2,54	4,80	1,20	7,98
TCDF	3,83	4,46	7,47	1,73	6,28
PeCDF	1,84	2,51	3,77	1,04	1,76
HxCDF	0,87	1,38	1,40	0,38	0,90
HpCDF	0,40	0,83	1,12	0,17	0,40
OCDF	0,20	0,30	0,26	0,06	0,41
<b>SuPCDD/F</b>	<b>12,99</b>	<b>17,61</b>	<b>28,95</b>	<b>7,39</b>	<b>26,24</b>
<b>I-TEQ</b>	<b>0,11</b>	<b>0,27</b>	<b>0,20</b>	<b>0,07</b>	<b>0,15</b>

Tabelle 3.2.3-24	Weidelgras			Grünkohl	
	1. - 3. Serie	4. Serie	5. Serie	1. Serie	2. Serie
<b>Augsburg</b>					
PCDD/F ng/kg TS	16.05.-08.08.2001	08.08.-05.09.2001	05.09.-03.10.2001	08.08.-03.10.2001	03.10.-28.11.2001
TCDD	0,45	0,61	0,89	0,31	1,45
PeCDD	0,64	0,72	1,42	0,43	1,93
HxCDD	0,79	0,96	1,39	0,40	2,00
HpCDD	0,81	1,07	1,63	0,47	3,69
OCDD	1,09	1,66	1,54	0,82	5,65
TCDF	2,71	3,84	3,81	1,28	6,34
PeCDF	1,33	1,56	2,15	0,57	3,08
HxCDF	0,50	0,91	1,10	0,20	1,29
HpCDF	0,26	0,41	0,54	0,13	0,63
OCDF	0,09	0,17	0,22	0,07	0,21
<b>SuPCDD/F</b>	<b>8,67</b>	<b>11,90</b>	<b>14,69</b>	<b>4,68</b>	<b>26,29</b>
<b>I-TEQ</b>	<b>0,08</b>	<b>0,11</b>	<b>0,12</b>	<b>0,02</b>	<b>0,27</b>

Tabelle 3.2.3-25	Weidelgras			Grünkohl	
	1. - 3. Serie	4. Serie	5. Serie	1. Serie	2. Serie
<b>München</b>					
PCDD/F ng/kg TS	16.05.-08.08.2001	08.08.-05.09.2001	05.09.-03.10.2001	08.08.-03.10.2001	03.10.-28.11.2001
TCDD	0,72	0,97	2,56	1,27	3,03
PeCDD	0,89	1,17	3,53	1,74	3,57
HxCDD	1,19	1,45	3,58	4,19	4,77
HpCDD	1,73	2,21	4,62	12,22	6,24
OCDD	2,66	<1,47	5,95	32,81	8,81
TCDF	8,37	8,77	14,37	4,74	12,78
PeCDF	2,44	2,89	6,09	3,10	4,96
HxCDF	0,93	1,29	2,17	2,97	2,02
HpCDF	0,46	0,79	1,78	5,46	1,81
OCDF	0,21	<0,03	0,67	7,50	0,61
<b>SuPCDD/F</b>	<b>19,60</b>	<b>20,29</b>	<b>45,32</b>	<b>75,99</b>	<b>48,60</b>
<b>I-TEQ</b>	<b>0,17</b>	<b>0,18</b>	<b>0,35</b>	<b>0,47</b>	<b>0,51</b>

Tabelle 3.2.3-26	Weidelgras			Grünkohl	
	1. - 3. Serie	4. Serie	5. Serie	1. Serie	2. Serie
<b>Kulmbach</b>					
PCDD/F ng/kg TS	16.05.-08.08.2001	08.08.-05.09.2001	05.09.-03.10.2001	08.08.-03.10.2001	03.10.-28.11.2001
TCDD	0,61	0,89	3,70	0,43	3,97
PeCDD	0,75	0,87	2,84	0,44	2,81
HxCDD	0,93	1,05	3,54	0,40	3,20
HpCDD	0,85	1,43	2,64	0,45	4,35
OCDD	0,93	1,54	2,73	0,76	6,71
TCDF	2,50	4,69	7,53	1,79	14,31
PeCDF	1,31	2,35	4,19	0,63	4,78
HxCDF	0,67	1,33	3,36	0,23	1,78
HpCDF	0,36	0,52	1,75	0,13	0,80
OCDF	0,10	0,30	0,17	0,08	0,18
<b>SuPCDD/F</b>	<b>9,01</b>	<b>14,97</b>	<b>32,45</b>	<b>5,34</b>	<b>42,87</b>
<b>I-TEQ</b>	<b>0,07</b>	<b>0,14</b>	<b>0,18</b>	<b>0,05</b>	<b>0,46</b>

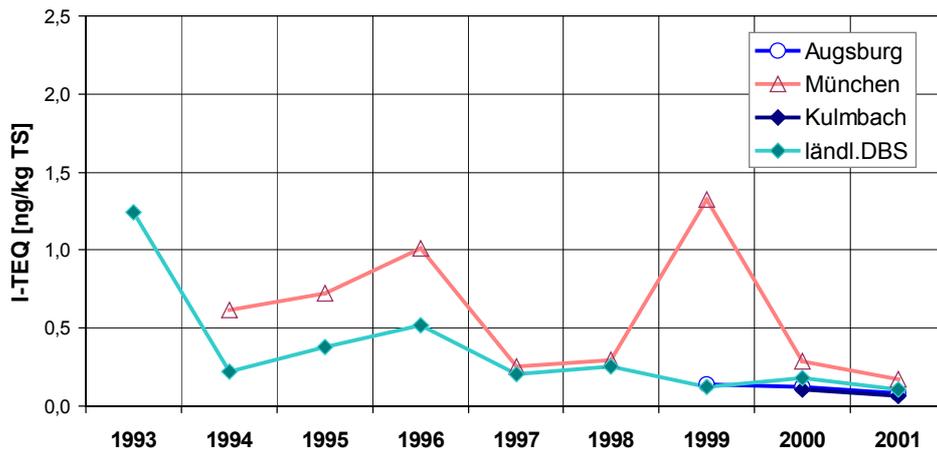


Abb. 3.2.3-1: PCDD/F in Weidelgras 1. - 3. Serie

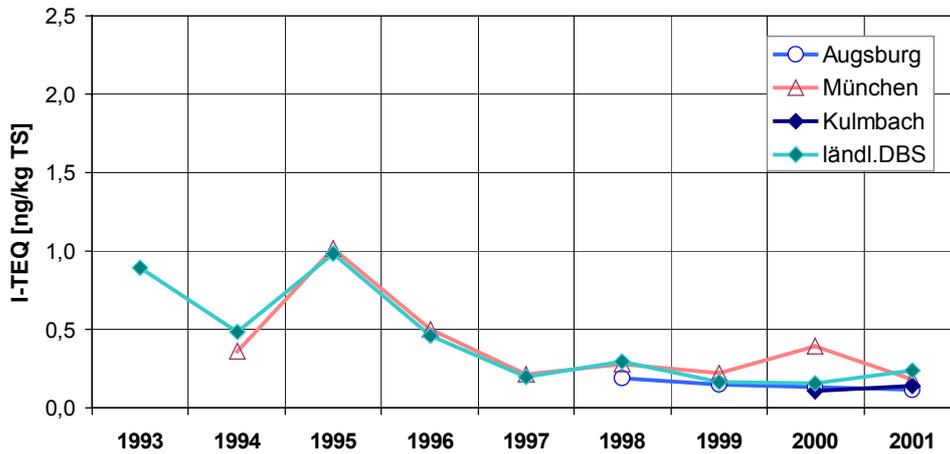


Abb. 3.2.3-2: PCDD/F in Weidelgras: 4. Serie

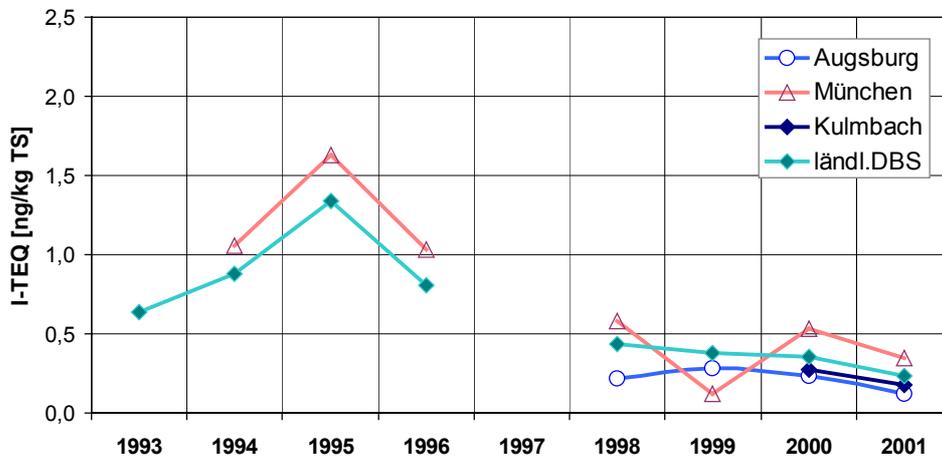


Abb. 3.2.3-3: PCDD/F in Weidelgras: 5. Serie

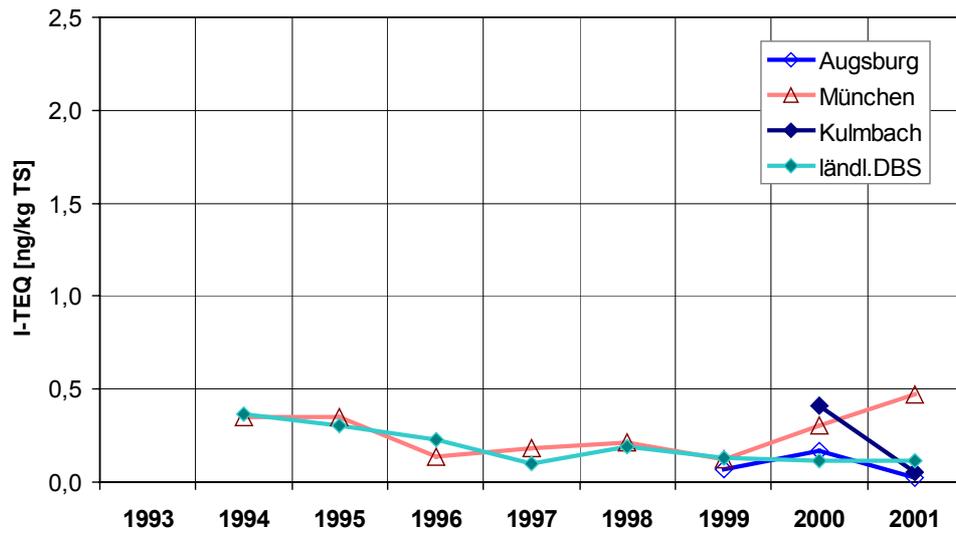


Abb. 3.2.3-4: PCDD/F in Grünkohl: 1. Serie

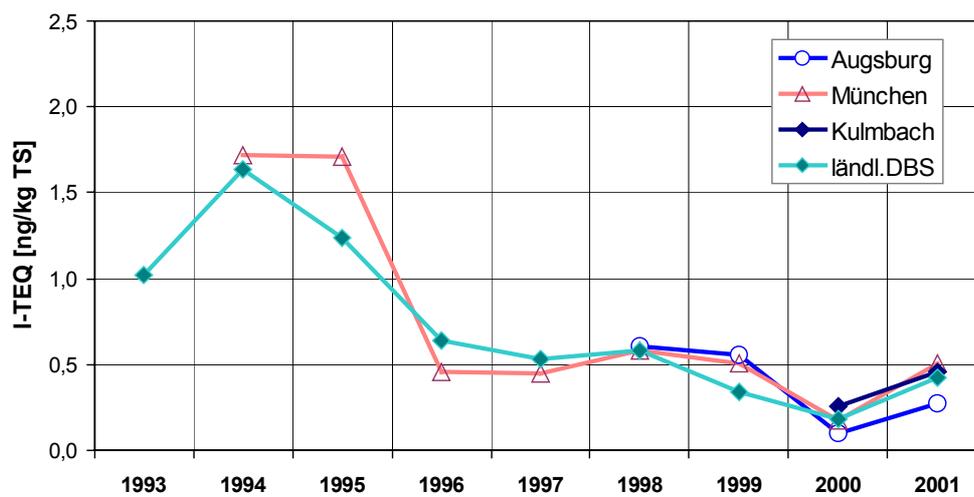


Abb. 3.2.3-5: PCDD/F in Grünkohl 2. Serie

### 3.3 Polychlorierte Biphenyle (PCB) in Weidelgras und Grünkohl

Im ländlichen Hintergrund liegen die immissionsbedingten PCB-Anreicherungen mit durchschnittlich 4 µg/kg TS in Weidelgras und maximal 8 µg/kg TS in Grünkohl gleichmäßig niedriger als am Standort München. Dort werden im Grünkohl Werte z.T. deutlich über 10 µg/kg TS erreicht. Weidelgras war dort in beiden Beprobungsjahren nur in der 4. Serie außergewöhnlich hoch, sonst blieben die Werte unter 10 µg/kg TS.

#### 3.3.1 Einleitung

Die Verwendung polychlorierter Biphenyle (PCB) in technischen Gemischen ist seit mehr als 20 Jahren verboten. Früher wurden PCB-Verbindungen wegen ihrer geringen Brennbarkeit u.a. in Hydraulikflüssigkeiten, in Fugendichtungsmassen und in Kühlsystemen eingesetzt. Auch heutzutage können immer noch PCB aus Gebäuden, Böden oder Altlasten diffundieren und werden so in die Umwelt freigesetzt. Über den Luftpfad gelangen sie in oberirdische Pflanzenteile und in die Nahrungskette des Menschen.

Nach DIN 51527 werden die sechs am häufigsten vorkommenden nicht planaren PCB analysiert und als **Summe PCB** dargestellt. Nach DIN-Konvention wird diese Summe dann mit fünf multipliziert, um sich der Gesamtsumme aller 209 PCB-Kongenere zu nähern, ohne alle einzeln analysieren zu müssen (**Summe PCB nach DIN**).

#### 3.3.2 Methoden

PCB-Immissionen in Weidelgras und Grünkohl werden an den Dauerbeobachtungsstationen nach den VDI-Richtlinien 3957 Blatt 2 [VDI, 2003] und Blatt 3 [VDI, 2000] untersucht.

Da die Aufarbeitung des Pflanzenmaterials für PCB- und für PCDD/F-Analysen bis zu einem bestimmten Schritt gemeinsam durchgeführt wird, können die gleichen Proben verwendet werden. Expositionsbeginn und Probenahmezeiten sind im Kapitel 3.2 PCDD/F in Weidelgras und Grünkohl unter Methoden aufgeführt.

#### 3.3.3 Ergebnisse

Für Weidelgras liegen aus den Jahren 2000 und 2001 Ergebnisse vor. Für 1999 konnten keine Analysen durchgeführt werden, da das Probenmaterial nicht ausreichte. Grünkohlergebnisse gibt es für die Jahre 1999, 2000 und 2001. In den Tabellen sind die sechs am häufigsten vorkommenden nicht planaren PCB, ihre Summe und die Summe nach DIN-Konvention für jede Dauerbeobachtungsstation nach Expositionsserien getrennt aufgeführt. **Tabelle 3.3.3-1 und -2** zeigt die Ergebnisse für Weidelgras aus den Jahren 2000 und 2001, **Tabelle 3.3.3-3, -4 und -5** listet die Ergebnisse der Jahre 1999, 2000 und 2001 für Grünkohl auf. Darin sind die am höchsten gemessenen Werte grau hinterlegt.

In den Weidelgräsern aus dem Jahr 2000 wurden die höchsten Werte am häufigsten bei Kongener PCB 28, teilweise auch bei Kongener PCB 153 analysiert (**Tab. 3.3.3-1**). Dies kehrte sich im Jahr 2001 um, wo die höchsten Werte fast immer bei PCB 153 gefunden wurden (**Tab. 3.3.3-2**). Auch im Grünkohl des Jahres 2000 sind entweder PCB 28 und/oder PCB 153 am stärksten vertreten (**Tab. 3.3.3-4**), während im Jahr 2001 immer PCB 153 die Höchstwerte markiert (**Tab. 3.3.3-5**). PCB 28 ist niedriger chloriert und damit leichter flüchtig als die höher chlorierten Kongenere. Möglicherweise führen unterschiedliche Klima- bzw. Temperaturverhältnisse in den Beprobungsjahren zu den voneinander abweichenden Daten. Eine veränderte Immissionssituation als Ursache kann daraus nicht abgeleitet werden. Auch die lokalen Unterschiede zwischen den Standorten sind nicht immer kongruent, so dass sich keine genauere Differenzierung abzeichnet.

Auffallend hoch gegenüber den ländlichen Stationen ist gelegentlich der städtische Hintergrund in München (**Tab. 3.3.3-1 und 3.3.3-2, 4. Expositionsserie**). Jeweils in der 4. Expositionsserie des Weidelgras fällt in beiden Expositionsjahren PCB 28 und PCB 52 mit sehr hohen Werten auf, PCB 52 tritt sogar über die Maximale Immissions-Dosis von 5 µg/kg TS [VDI, 1995], ist aber in den jeweils ersten drei und in der letzten Serie unauffällig. Grünkohl, der in seiner 1. Expositionsserie parallel zur 4. und 5. Weidelgrasserie exponiert ist, zeigt während dieser Expositionszeit keine erhöhten PCB 52-Werte (**Tab. 3.3.3-4, 1. Expositionsserie und Tab. 3.3.3-5, 1. Expositionsserie**). In den **Abb. 3.3.3-1 und 3.3.3-2** erscheint der Münchner Standort durch die erhöhte 4. Expositionsserie überdurchschnittlich hoch belastet gegenüber den ländlichen Standorten. Die ländlichen Dauerbeobachtungsstationen einschließlich des neuen Standorts Kulmbach sind in den Abbildungen zu einem Mittelwert zusammengefasst.

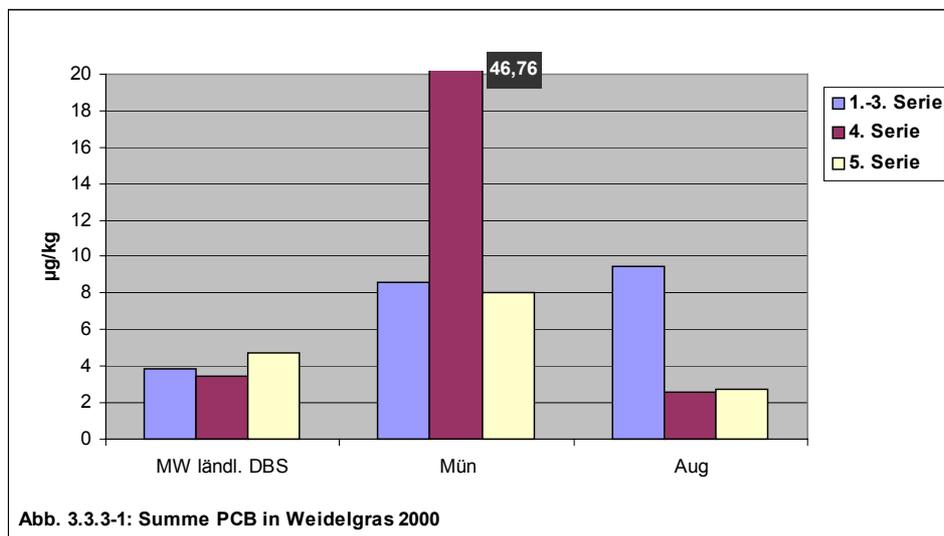
Beim Grünkohl kann noch das Jahr 1999 zur Auswertung herangezogen werden. Die beiden städtischen Stationen München und Augsburg zeichnen sich im Jahr 1999 noch deutlich von den ländlichen Stationen ab (**Tab.3.3.3-3, -4 und -5, sowie Abb. 3.3.3-3, -4 und -5**). Augsburg verschwindet im Jahr 2000 und 2001 im ländlichen Hintergrund. München hebt sich davon im Jahr 2001 wieder etwas ab. Die Unterschiede zwischen den beiden Expositionsserien pro Jahr sind jeweils nicht klar ausgeprägt.

Tab. 3.3.3-1: PCB-Ergebnisse in Weidelgras 2000

[µg/kg TS]	1.-3. Expositionsserie Weidelgras: 17.05. - 09.08.2000								
	Wbb	Wßs	Kul	Ein	Shy	Gra	Bid	Mün	Aug
PCB 28	0,54	0,91	0,23	0,90	0,48	3,92	3,08	3,99	5,32
PCB 52	0,35	0,47	0,13	0,37	0,21	2,13	1,48	2,17	2,11
PCB 101	0,32	0,42	0,40	0,62	0,40	0,81	0,55	0,81	0,86
PCB 138	0,25	0,28	0,37	0,35	0,20	0,44	0,50	0,44	0,35
PCB 153	0,44	0,48	0,64	0,63	0,39	0,76	0,78	0,74	0,59
PCB 180	0,17	0,19	0,25	0,37	0,22	0,41	0,34	0,43	0,22
Summe PCB	2,07	2,75	2,01	3,23	1,90	8,48	6,72	8,58	9,45
Summe nach DIN	10,37	13,75	10,07	16,17	9,50	42,39	33,62	42,91	47,27

[µg/kg TS]	4. Expositionsserie Weidelgras: 09.08. - 06.09.2000								
	Wbb	Wßs	Kul	Ein	Shy	Gra	Bid	Mün	Aug
PCB 28	1,02	2,29	0,76	2,83	1,09	0,74	0,25	25,32	0,78
PCB 52	0,43	0,77	0,29	1,40	0,50	0,34	0,19	10,60	0,38
PCB 101	0,55	0,47	0,35	0,62	0,65	0,47	0,52	5,74	0,46
PCB 138	0,28	0,23	0,25	0,41	0,28	0,21	0,42	1,37	0,26
PCB 153	0,48	0,38	0,42	0,70	0,48	0,41	0,77	2,56	0,41
PCB 180	0,32	0,29	0,30	0,30	0,24	0,23	0,30	1,17	0,28
Summe PCB	3,07	4,44	2,37	6,26	3,25	2,39	2,46	46,76	2,56
Summe nach DIN	15,37	22,19	11,85	31,32	16,24	11,94	12,28	233,82	12,80

[µg/kg TS]	5. Expositionsserie Weidelgras: 06.09. - 04.10.2000								
	Wbb	Wßs	Kul	Ein	Shy	Gra	Bid	Mün	Aug
PCB 28	0,31	0,58	1,03	0,74	0,41	6,21	0,69	0,99	0,48
PCB 52	0,18	0,26	0,43	0,34	0,22	3,02	0,30	0,64	0,26
PCB 101	0,58	0,50	0,72	0,94	0,75	1,33	0,66	1,85	0,59
PCB 138	0,38	0,41	0,37	0,56	0,51	0,82	0,41	1,25	0,38
PCB 153	0,69	0,65	0,64	1,03	0,88	1,32	0,66	2,00	0,57
PCB 180	0,41	0,42	0,39	0,47	0,54	0,99	0,39	1,26	0,41
Summe PCB	2,55	2,82	3,59	4,08	3,31	13,68	3,10	8,00	2,69
Summe nach DIN	12,75	14,10	17,96	20,42	16,57	68,39	15,49	39,98	13,47

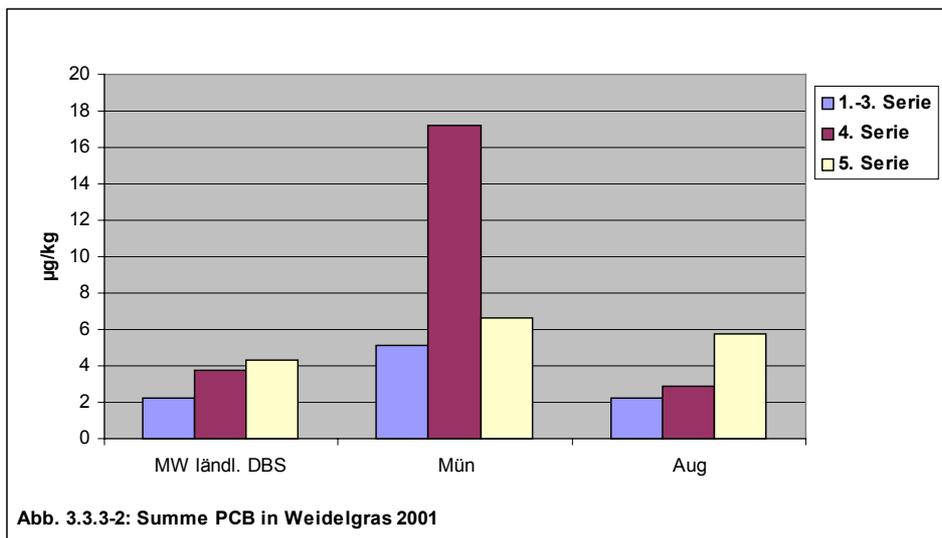


Tab. 3.3.3.-2: PCB-Ergebnisse in Weidelgras 2001

[µg/kg TS]	1.-3. Expositionsserie Weidelgras: 16.05. - 08.08.2001								
	Wbb	Wßs	Kul	Ein	Shy	Gra	Bid	Mün	Aug
PCB 28	0,17	0,26	0,18	0,36	0,27	0,71	0,35	0,45	0,24
PCB 52	0,16	0,22	0,17	0,26	0,27	0,57	0,27	0,40	0,38
PCB 101	0,35	0,36	0,38	0,28	0,30	0,30	0,45	0,77	0,35
PCB 138	0,35	0,38	0,44	0,36	0,36	0,27	0,52	1,34	0,40
PCB 153	0,59	0,66	0,72	0,79	0,62	0,51	0,86	1,71	0,71
PCB 180	0,20	0,23	0,30	0,18	0,16	0,14	0,33	0,41	0,19
Summe PCB	1,82	2,11	2,19	2,22	1,99	2,51	2,77	5,08	2,28
Summe nach DIN	9,12	10,56	10,95	11,11	9,95	12,54	13,84	25,42	11,38

[µg/kg TS]	4. Expositionsserie Weidelgras: 08.08. - 05.09.2001								
	Wbb	Wßs	Kul	Ein	Shy	Gra	Bid	Mün	Aug
PCB 28	0,72	0,85	0,37	0,54	0,44	0,71	0,42	5,13	0,55
PCB 52	0,55	0,69	0,32	0,45	0,37	0,69	0,34	5,38	0,43
PCB 101	0,59	0,75	0,52	0,56	0,53	0,96	0,51	2,11	0,48
PCB 138	0,49	0,60	0,66	0,58	0,56	0,89	0,59	1,54	0,44
PCB 153	0,88	1,11	1,16	1,07	0,98	1,53	0,98	2,45	0,75
PCB 180	0,27	0,31	0,36	0,27	0,27	0,37	0,35	0,62	0,22
Summe PCB	3,50	4,31	3,39	3,45	3,15	5,14	3,20	17,23	2,87
Summe nach DIN	17,51	21,55	16,95	17,27	15,76	25,71	15,98	86,15	14,35

[µg/kg TS]	5. Expositionsserie Weidelgras: 05.09. - 03.10.2001								
	Wbb	Wßs	Kul	Ein	Shy	Gra	Bid	Mün	Aug
PCB 28	0,36	zu wenig Material	1,16	0,27	0,59	0,42	0,54	1,00	0,50
PCB 52	0,38		1,03	0,14	0,77	0,26	0,46	0,75	0,51
PCB 101	0,86		1,01	0,23	1,45	0,59	0,96	1,31	1,00
PCB 138	0,83		0,76	0,19	1,17	0,49	1,00	1,03	1,19
PCB 153	1,44		1,23	0,29	1,77	0,80	1,55	1,69	1,97
PCB 180	0,49		0,34	0,16	1,08	0,41	0,57	0,83	0,55
Summe PCB	4,37		5,53	1,29	6,83	2,97	5,09	6,60	5,73
Summe nach DIN	21,83		27,67	6,43	34,16	14,86	25,44	33,02	28,66



Tab. 3.3.3-3: PCB-Ergebnisse in Grünkohl 1999

[µg/kg TS]	1. Expositionsserie Grünkohl: 04.08. - 29.09.1999								
	Wbb	Wßs	Kul	Ein	Shy	Gra	Bid	Mün	Aug
PCB 28	0,19	0,26		2,44	0,15	0,10	2,84	7,51	7,35
PCB 52	0,19	0,23		1,23	0,14	0,13	1,45	4,41	4,00
PCB 101	0,53	0,42		0,68	0,38	0,48	0,57	3,93	0,93
PCB 138	0,46	0,46		0,79	0,48	0,84	0,63	5,57	0,44
PCB 153	1,45	0,79		1,19	0,80	1,29	0,80	8,18	0,77
PCB 180	0,51	0,22		0,35	0,30	0,49	0,22	2,96	0,18
Summe PCB	3,33	2,38		6,68	2,25	3,33	6,51	32,56	13,67
Summe nach DIN	16,65	11,90		33,40	11,25	16,65	32,55	162,80	68,35

[µg/kg TS]	2. Expositionsserie Grünkohl: 29.09. - 24.11.1999								
	Wbb	Wßs	Kul	Ein	Shy	Gra	Bid	Mün	Aug
PCB 28	1,13	13,01		7,43	0,18	1,14	1,55	0,97	6,51
PCB 52	0,63	8,33		3,61	0,24	0,56	0,81	1,04	3,53
PCB 101	0,60	2,75		0,69	0,39	0,31	0,54	3,26	0,92
PCB 138	0,55	1,19		0,57	0,43	0,30	0,78	3,70	0,60
PCB 153	0,90	2,05		0,84	0,68	0,47	0,97	5,94	0,90
PCB 180	0,26	0,46		0,22	0,20	0,15	0,33	1,52	0,23
Summe PCB	4,07	27,79		13,36	2,12	2,93	4,98	16,43	12,69
Summe nach DIN	20,35	138,95		66,80	10,60	14,65	24,90	82,15	63,45

Tab. 3.3.3-4: PCB-Ergebnisse in Grünkohl 2000

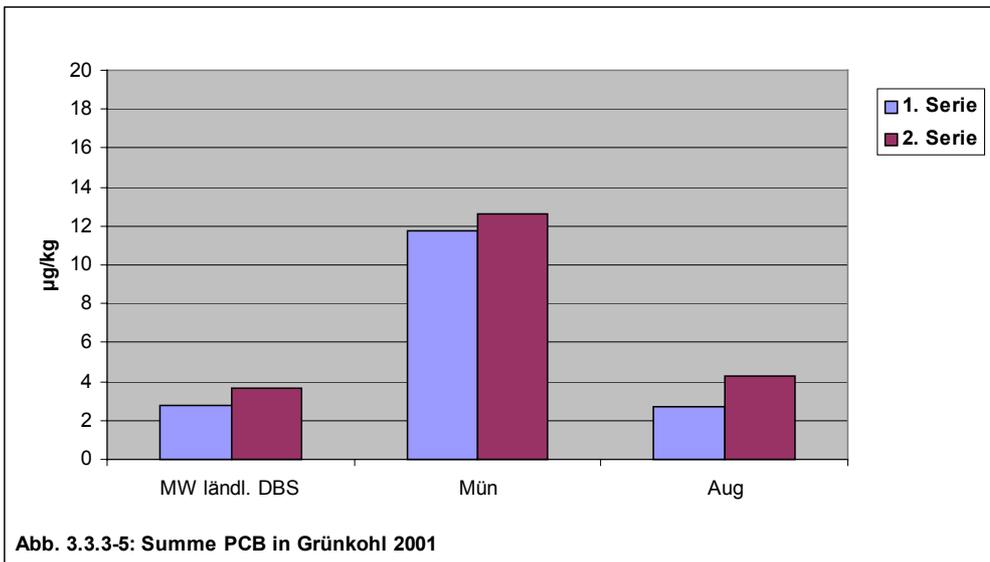
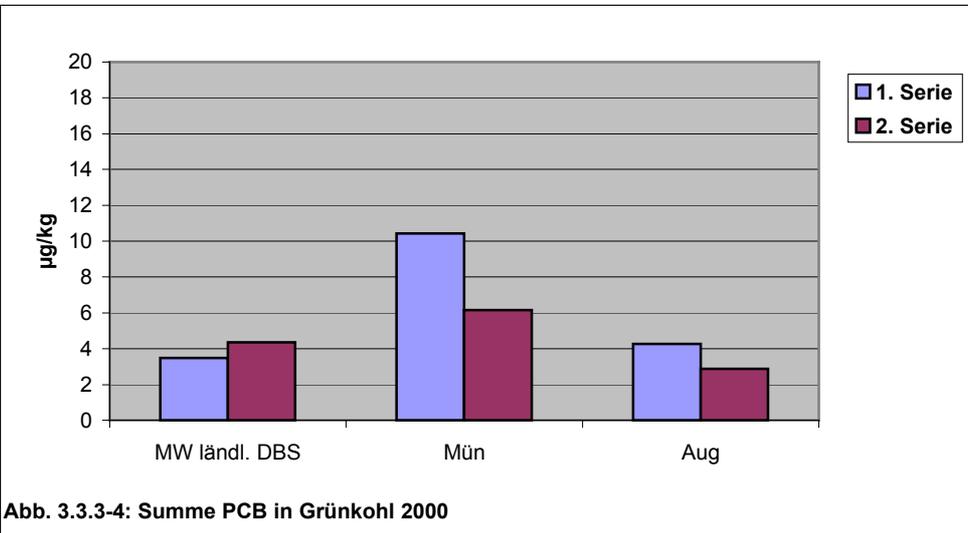
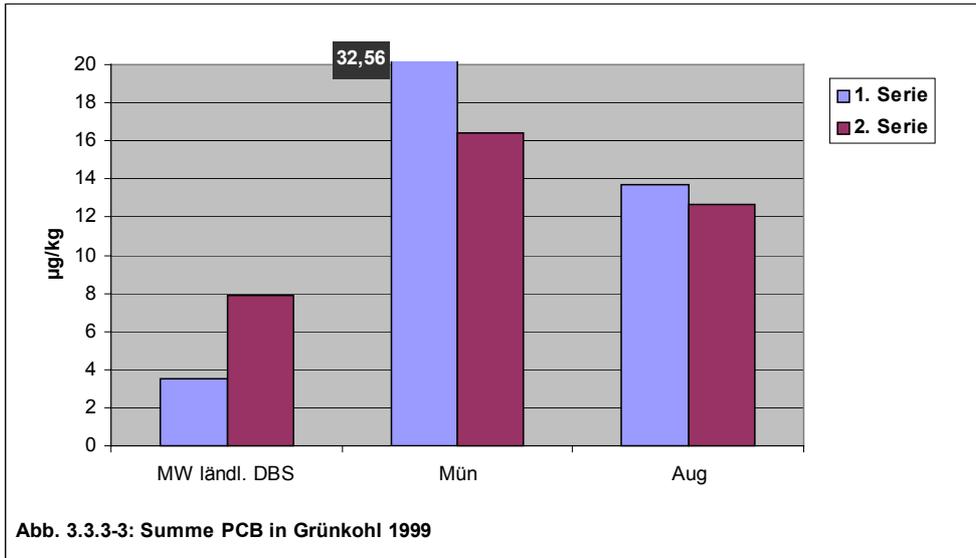
[µg/kg TS]	1. Expositionsserie Grünkohl: 09.08. - 04.10.2000								
	Wbb	Wßs	Kul	Ein	Shy	Gra	Bid	Mün	Aug
PCB 28	0,67	3,34	0,34	0,43	1,09	1,01	0,23	1,67	1,45
PCB 52	0,29	1,83	0,21	0,23	0,45	0,44	0,16	0,92	0,59
PCB 101	0,46	0,77	0,50	0,50	0,47	0,56	0,52	2,20	0,71
PCB 138	0,30	0,34	0,38	0,52	0,31	0,35	0,64	1,68	0,42
PCB 153	0,58	0,64	0,62	0,89	0,60	0,67	0,79	2,71	0,74
PCB 180	0,24	0,27	0,35	0,45	0,26	0,30	0,41	1,24	0,36
Summe PCB	2,53	7,19	2,38	3,03	3,17	3,33	2,77	10,43	4,27
Summe nach DIN	12,66	35,94	11,92	15,13	15,83	16,66	13,84	52,17	21,37

[µg/kg TS]	2. Expositionsserie Grünkohl: 04.10. - 29.11.2000								
	Wbb	Wßs	Kul	Ein	Shy	Gra	Bid	Mün	Aug
PCB 28	0,88	1,64	0,51	0,65	0,24	0,30	0,38	1,35	0,38
PCB 52	0,67	1,43	0,47	0,61	0,51	0,20	0,36	0,98	0,30
PCB 101	0,65	1,07	0,71	0,56	1,25	0,68	0,55	0,90	0,45
PCB 138	0,73	0,99	0,62	0,50	1,02	0,47	0,54	0,91	0,53
PCB 153	1,32	1,79	1,27	0,91	1,61	0,85	1,11	1,63	0,98
PCB 180	0,32	0,52	0,34	0,22	0,38	0,41	0,22	0,39	0,24
Summe PCB	4,58	7,43	3,92	3,46	5,00	2,90	3,16	6,16	2,88
Summe nach DIN	22,90	37,13	19,60	17,31	25,02	14,52	15,81	30,81	14,42

Tab. 3.3.3-5: PCB-Ergebnisse in Grünkohl 2001

[µg/kg TS]	1. Expositionsserie Grünkohl: 08.08. - 03.10.2001								
	Wbb	Wßs	Kul	Ein	Shy	Gra	Bid	Mün	Aug
PCB 28	0,20	0,15	0,15	0,21	0,20	0,14	0,11	0,53	0,32
PCB 52	0,17	0,17	0,17	0,24	0,24	0,15	0,13	0,80	0,36
PCB 101	0,53	0,56	0,60	0,53	0,56	0,42	0,45	2,76	0,53
PCB 138	0,55	0,66	0,66	0,64	0,58	0,47	0,57	2,47	0,49
PCB 153	0,98	1,16	1,27	1,15	1,01	0,79	0,99	4,34	0,84
PCB 180	0,25	0,26	0,29	0,35	0,30	0,23	0,27	0,82	0,19
Summe PCB	2,69	2,95	3,14	3,12	2,89	2,21	2,52	11,72	2,73
Summe nach DIN	13,46	14,77	15,72	15,62	14,47	11,04	12,58	58,61	13,66

[µg/kg TS]	2. Expositionsserie Grünkohl: 03.10. - 28.11.2001								
	Wbb	Wßs	Kul	Ein	Shy	Gra	Bid	Mün	Aug
PCB 28	0,29	0,16	0,24	0,16	0,23	0,21	0,13	0,69	0,27
PCB 52	0,37	0,24	0,29	0,21	0,21	0,18	0,17	1,17	0,51
PCB 101	0,97	0,79	0,80	0,83	0,70	0,52	0,51	2,89	0,99
PCB 138	0,87	0,75	0,86	1,02	0,82	0,70	0,52	2,73	0,78
PCB 153	1,49	1,26	1,59	1,59	1,40	1,13	0,88	4,31	1,44
PCB 180	0,36	0,32	0,35	0,38	0,35	0,33	0,21	0,83	0,33
Summe PCB	4,36	3,52	4,15	4,20	3,70	3,08	2,43	12,62	4,32
Summe nach DIN	21,79	17,61	20,74	20,98	18,51	15,39	12,13	63,09	21,61



### 3.4 Polyzyklische aromatische Kohlenwasserstoffe (PAK) in Weidelgras und Grünkohl

Immissionsbedingte PAK-Anreicherungen in Weidelgras und Grünkohl zeigen einen deutlichen Jahresgang. Die Weidelgras-Werte im Herbst (5. Serie) steigen auf das Doppelte der Werte, die im Frühjahr oder Sommer gemessen werden. Auch beim Grünkohl ist noch einmal ein Anstieg von der 1. zur 2. Exposition zu verzeichnen.

Unter den ländlichen Dauerbeobachtungsstationen ist Eining stärker belastet als die anderen Standorte. Hier könnte der Einfluss der regionalen Erdölindustrie eine Rolle spielen.

Die Proben am Stadt-Standort München liegen immer um das Drei- bis Vierfache höher als der ländliche Mittelwert.

Im Vergleich zu Ergebnissen aus der Literatur liegen die PAK-Anreicherungen jedoch auf äußerst niedrigem Belastungsniveau.

#### 3.4.1 Einleitung

Die polyzyklischen aromatischen Kohlenwasserstoffe (PAK) werden hauptsächlich durch Tätigkeiten des Menschen in die Umwelt gebracht. Sie entstehen als Nebenprodukte unvollständiger Verbrennung von organischen Materialien, also z. B. beim Hausbrand (Holzverbrennung), der Koks-erzeugung und dem Kfz-Verkehr. Die organischen Moleküle aus zwei bis sieben Kohlenwasserstoffringen binden sich an Ruß und Staubpartikel. Einzelne Verbindungen gelten als stark krebserregend.

Zur Bewertung der PAK in Pflanzenproben können ausgewählte Komponenten nach der Trinkwasserverordnung (**TVO**) [TVO, 2001] und nach einer Prioritätenliste der US-amerikanischen Umweltbehörde (**EPA**) herangezogen werden (siehe Methoden).

#### 3.4.2 Methoden

PAK-Immissionswirkungen in Weidelgras und Grünkohl werden an den Dauerbeobachtungsstationen nach den VDI-Richtlinien 3957 Blatt 2 [VDI, 2003] und Blatt 3 [VDI, 2003] untersucht. Expositionsbeginn und Probenahmezeiten sind im Kapitel 3.2 PCDD/F in Weidelgras und Grünkohl aufgeführt.

Analysiert werden die PAK in Anlehnung an die Trinkwasserverordnung (**TVO**); diese Einzelkomponenten und ihre Summe sind in den **Tabellen 3.4.3-1 bis -5** (Ergebnisse 1999) und **3.4.3-6 bis -10** (Ergebnisse 2000) grau unterlegt. Die 16 EPA-PAK sind ebenfalls in den **Tabellen 3.4.3-1 bis -10** aufgeführt, wobei die 12 schwerflüchtigen und damit sicher zu bestimmenden PAK fett gedruckt sind. Die vier leichtflüchtigen, schwieriger zu analysierenden Komponenten stehen am Anfang der Tabelle, sie sind nicht mit in die Summe der EPA-Pak aufgenommen. Im unteren Teil der Tabelle sind zusätzlich sieben Komponenten angeführt, die bei der Analyse im LfU-Labor routinemäßig mitbestimmt wurden.

#### 3.4.3 Ergebnisse

Beim Weidelgras liegen die PAK-Summenwerte nach TVO (grau unterlegt) im Frühjahr und Sommer (1.-3. Serie **Tab. 3.4.3-1 und 3.4.3-6**; 4. Serie **Tab. 3.4.3-2 und 3.4.3-7**) an den ländlichen DBS erwartungsgemäß niedrig. Nur die DBS Eining, ca. 20 km östlich von Ingolstadt gelegen, hebt sich mit ihren Werten (1999 fast doppelt so hoch) von den übrigen ländlichen DBS ab. In der 5. Serie (**Tab. 3.4.3-3 und 3.4.3-8**) wird diese Differenz nahezu ausgeglichen, es wird bei allen Proben ein Anstieg verzeichnet, der in Eining etwas schwächer ausfällt. Die Werte beider 5. Serien (1999 und 2000) sind jeweils fast doppelt so hoch, wie die Werte der vorangegangenen Serien (**Abb. 3.4.3-1**).

An der städtischen DBS München ist der gleiche Effekt zu beobachten (Anstieg in der 5. Serie), nur auf höherem Niveau. Die Münchener Werte erreichten das 3- bis 4-fache des ländlichen Mittelwertes (**Abb. 3.4.3-2**). Die DBS Augsburg im städtischen Hintergrund liegt dagegen auf dem Niveau der ländlichen DBS (**Tab. 3.4.3-6 bis -8**).

Im Jahr 1999 konnten wegen zu wenig Grünkohl-Biomasse in der 2. Serie, bis auf die Proben aus Eining und Scheyern, keine Ergebnisse gewonnen werden. Bei den übrigen Proben ist von der 1. zur 2. Serie ein weiterer Anstieg zu beobachten (**Tab. 3.4.3-9 und -10** bzw. **Tab. 3.4.3-4 und 3.4.3-5** Eining und Scheyern). Auch hier liegt die DBS Eining auf höherem Niveau als die übrigen ländlichen DBS und hebt sich sogar in der späteren 2. Expositionsserie von den ländlichen DBS ab. Der Münchener Standort ist wiederum höher belastet als die ländlichen DBS. Die Werte der DBS Augsburg tendieren eher zu ländlichem Hintergrund als zu einer städtischen Belastungssituation (**Tab. 3.4.3-9 und -10**).

Verglichen mit Ergebnissen anderer Untersuchungen [VDI, 2000; Immissionsökologischer Jahresbericht 1998/99] liegen die PAK-Summen nach TVO an allen bayerischen Dauerbeobachtungsstationen in einem sehr niedrigen Bereich.

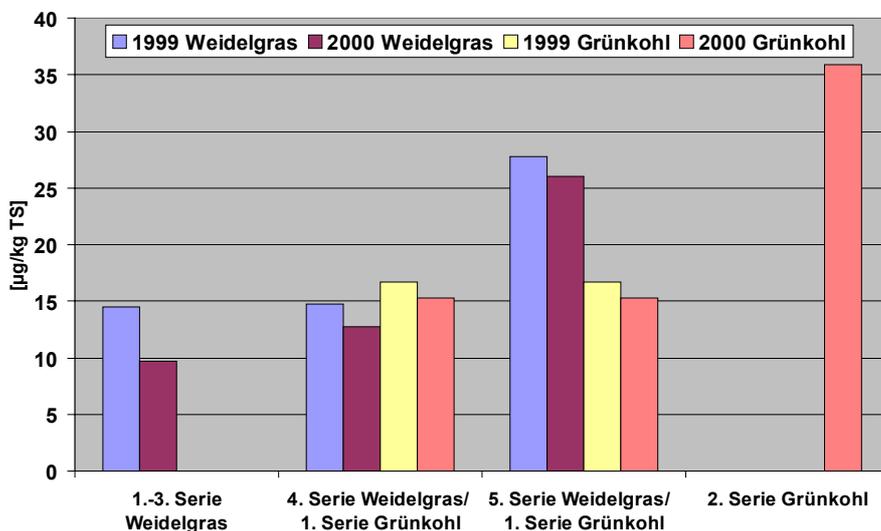


Abb. 3.4.3-1: Summe PAK nach TVO in Weidelgras und Grünkohl, Mittelwert aller ländlichen DBS (MW Land)

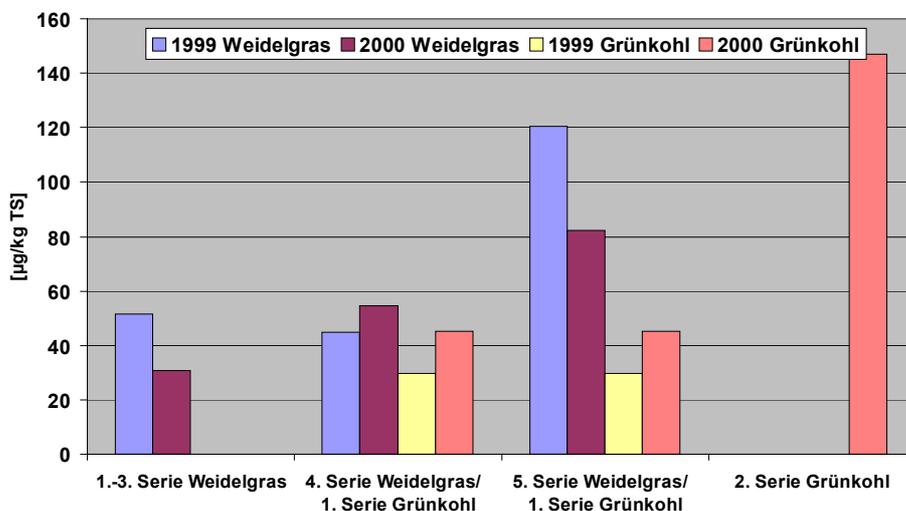


Abb. 3.4.3-2: Summe PAK nach TVO in Weidelgras und Grünkohl an der städtischen DBS München

Tab. 3.4.3-1: PAK-Ergebnisse in Weidelgras 1.-3. Serie 1999 (TVO grau unterlegt, EPA fett gedruckt)

PAK in µg/kg TS		Weidelgras 1.-3. Serie 19.05. - 16.06.1999								
Langname	Kurz	Wbb	Wßs	Ein	Shy	Gra	Bid	MW Land	Aug	Mün
Naphthalin	NAP	5,0	6,7	4,8	7,2	5,9	-	5,9	6,1	35,0
Acenaphtylen	ACY	1,5	2,0	1,6	1,5	1,6	-	1,6	1,4	3,6
Acenaphthen	ACE	1,2	1,4	1,2	1,4	2,0	-	1,4	0,8	3,5
Fluoren	FLE	3,1	3,1	3,5	3,4	2,8	-	3,2	2,3	19,0
<b>Phenanthren</b>	<b>PHE</b>	<b>11,0</b>	<b>16,0</b>	<b>17,0</b>	<b>11,0</b>	<b>13,0</b>	-	<b>13,6</b>	<b>13,0</b>	<b>57,0</b>
<b>Anthracen</b>	<b>ANT</b>	<b>1,9</b>	<b>2,1</b>	<b>4,4</b>	<b>2,4</b>	<b>2,5</b>	-	<b>2,7</b>	<b>2,1</b>	<b>14,0</b>
<b>Pyren</b>	<b>PYR</b>	<b>2,7</b>	<b>3,7</b>	<b>6,0</b>	<b>3,5</b>	<b>4,1</b>	-	<b>4,0</b>	<b>3,4</b>	<b>23,0</b>
<b>Benz(a)anthracen</b>	<b>BaA</b>	<b>1,1</b>	<b>1,0</b>	<b>2,1</b>	<b>0,8</b>	<b>1,3</b>	-	<b>1,3</b>	<b>1,5</b>	<b>4,2</b>
<b>Chrysen(+Triphenylen)</b>	<b>CHR(+TRI)</b>	<b>1,8</b>	<b>1,3</b>	<b>3,8</b>	<b>1,5</b>	<b>2,0</b>	-	<b>2,1</b>	<b>1,4</b>	<b>11,0</b>
<b>Fluoranthen</b>	<b>FLU</b>	<b>3,7</b>	<b>5,8</b>	<b>7,5</b>	<b>4,7</b>	<b>5,6</b>	-	<b>5,5</b>	<b>5,8</b>	<b>32,0</b>
<b>Benz(b,j+k)Fluoranthen</b>	<b>BbjF+BkF</b>	<b>1,7</b>	<b>1,8</b>	<b>5,2</b>	<b>2,3</b>	<b>2,4</b>	-	<b>2,7</b>	<b>1,8</b>	<b>5,5</b>
<b>Benz(a)pyren</b>	<b>BaP</b>	<b>0,8</b>	<b>0,9</b>	<b>4,4</b>	<b>1,4</b>	<b>1,2</b>	-	<b>1,7</b>	<b>0,8</b>	<b>3,3</b>
<b>Indeno(1,2,3-c,d)pyren</b>	<b>INP</b>	<b>1,8</b>	<b>2,8</b>	<b>2,9</b>	<b>2,1</b>	<b>2,9</b>	-	<b>2,5</b>	<b>2,9</b>	<b>5,6</b>
<b>Benzo(g,h,i)perylen</b>	<b>BghiP</b>	<b>1,5</b>	<b>1,9</b>	<b>3,1</b>	<b>2,1</b>	<b>1,9</b>	-	<b>2,1</b>	<b>2,3</b>	<b>5,0</b>
<b>Dibenz(a,h)anthracen</b>	<b>DBahA</b>	<0,1	<0,1	<0,1	<0,1	<0,1	-	<0,1	<0,1	<0,1
<b>Summe PAK nach TVO</b>	<b>TVO</b>	<b>9,5</b>	<b>13,2</b>	<b>23,1</b>	<b>12,6</b>	<b>14,0</b>	-	<b>14,5</b>	<b>13,6</b>	<b>51,4</b>
<b>Summe schwerflüchtiger EPA-PAK</b>	<b>EPA</b>	<b>28,1</b>	<b>37,4</b>	<b>56,5</b>	<b>31,9</b>	<b>37,0</b>	-	<b>38,1</b>	<b>35,1</b>	<b>160,7</b>
Benzo(b)naphtho(2,1,d)thiophen	BNT	<0,1	<0,1	<0,1	<0,1	<0,1	-	<0,1	<0,1	<0,1
Benzo(g,h,i)fluoranthen	BghiF	<0,1	<0,1	<0,1	0,4	0,7	-	0,2*	<0,1	2,5
Benz(e)pyren	BeP	0,5	0,5	3,2	0,7	0,8	-	1,1	0,7	5,4
Perylen	PER	0,3	<0,1	1,7	0,6	<0,1	-	0,5	<0,1	<0,1
Dibenz(a,j)anthracen	DBajA	<0,1	<0,1	<0,1	<0,1	<0,1	-	<0,1	<0,1	<0,1
Anthanthren	ANTA	<0,1	<0,1	<0,1	<0,1	<0,1	-	<0,1	<0,1	<0,1
Coronen	COR	<0,1	<0,1	<0,1	<0,1	<0,1	-	<0,1	<0,1	<0,1

\*) Mittel beruht auf weniger als drei Messwerten &gt;Bestimmungsgrenze

Tab. 3.4.3-2: PAK-Ergebnisse in Weidelgras 4. Serie 1999 (TVO grau unterlegt, **EPA fett gedruckt**)

PAK in µg/kg TS		Weidelgras 4. Serie 11.08. - 08.09.1999								
Langname	Kurz	Wbb	Wßs	Ein	Shy	Gra	Bid	MW Land	Aug	Mün
Naphthalin	NAP	5,0	-	8,9	5,0	3,8	7,6	6,1	4,0	7,7
Acenaphtylen	ACY	1,6	-	3,2	1,6	1,3	2,2	2,0	1,4	2,6
Acenaphten	ACE	1,6	-	2,2	1,6	1,0	2,2	1,7	0,9	1,6
Fluoren	FLE	3,4	-	9,5	3,0	3,7	6,0	5,1	3,5	7,6
<b>Phenanthren</b>	<b>PHE</b>	<b>11,0</b>	-	<b>23,0</b>	<b>12,0</b>	<b>11,0</b>	<b>19,0</b>	<b>15,2</b>	<b>11,0</b>	<b>57,0</b>
<b>Anthracen</b>	<b>ANT</b>	<b>2,7</b>	-	<b>15,0</b>	<b>1,8</b>	<b>2,3</b>	<b>3,0</b>	<b>5,0</b>	<b>3,2</b>	<b>14,0</b>
<b>Pyren</b>	<b>PYR</b>	<b>2,3</b>	-	<b>5,5</b>	<b>3,4</b>	<b>3,3</b>	<b>4,0</b>	<b>3,7</b>	<b>3,0</b>	<b>21,0</b>
<b>Benz(a)anthracen</b>	<b>BaA</b>	<b>0,9</b>	-	<b>3,4</b>	<b>1,2</b>	<b>1,3</b>	<b>1,2</b>	<b>1,6</b>	<b>1,1</b>	<b>2,5</b>
<b>Chrysen(+Triphenylen)</b>	<b>CHR(+TRI)</b>	<b>1,2</b>	-	<b>6,9</b>	<b>2,7</b>	<b>1,8</b>	<b>2,7</b>	<b>3,1</b>	<b>1,7</b>	<b>6,0</b>
<b>Fluoranthren</b>	<b>FLU</b>	<b>3,0</b>	-	<b>8,4</b>	<b>4,7</b>	<b>4,3</b>	<b>6,1</b>	<b>5,3</b>	<b>4,5</b>	<b>30,0</b>
<b>Benz(b,j+k)Fluoranthren</b>	<b>BbjF+BkF</b>	<b>1,5</b>	-	<b>4,8</b>	<b>2,4</b>	<b>2,3</b>	<b>2,3</b>	<b>2,7</b>	<b>1,9</b>	<b>3,5</b>
<b>Benz(a)pyren</b>	<b>BaP</b>	<b>0,6</b>	-	<b>5,6</b>	<b>1,4</b>	<b>1,1</b>	<b>1,1</b>	<b>2,0</b>	<b>0,7</b>	<b>1,7</b>
<b>Indeno(1,2,3-c,d)pyren</b>	<b>INP</b>	<b>1,8</b>	-	<b>3,9</b>	<b>2,4</b>	<b>2,5</b>	<b>2,7</b>	<b>2,7</b>	<b>2,0</b>	<b>3,6</b>
<b>Benzo(g,h,i)perylen</b>	<b>BghiP</b>	<b>1,5</b>	-	<b>3,1</b>	<b>2,0</b>	<b>1,9</b>	<b>2,3</b>	<b>2,2</b>	<b>2,1</b>	<b>5,9</b>
<b>Dibenz(a,h)anthracen</b>	<b>DBahA</b>	<b>&lt;0,1</b>	-	<b>&lt;0,1</b>						
<b>Summe PAK nach TVO</b>	<b>TVO</b>	<b>8,4</b>	-	<b>25,8</b>	<b>12,9</b>	<b>12,1</b>	<b>14,5</b>	<b>14,7</b>	<b>11,2</b>	<b>44,7</b>
<b>Summe schwerflüchtiger EPA-PAK</b>	<b>EPA</b>	<b>26,6</b>	-	<b>79,7</b>	<b>34,1</b>	<b>31,9</b>	<b>44,5</b>	<b>43,3</b>	<b>31,3</b>	<b>145,3</b>
Benzo(b)naphtho(2,1,d)thiophen	BNT	<0,1	-	<0,1	<0,1	<0,1	<0,1	<0,1	<0,1	<0,1
Benzo(g,h,i)fluoranthren	BghiF	<0,1	-	<0,1	0,3	0,4	<0,1	0,2*	0,1	2,5
Benzo(e)pyren	BeP	0,5	-	3,6	1,0	0,7	0,9	1,3	0,5	2,5
Perylen	PER	0,3	-	1,8	<0,1	0,7	<0,1	0,6	<0,1	0,9
Dibenz(a,j)anthracen	DBajA	<0,1	-	<0,1	<0,1	<0,1	<0,1	<0,1	<0,1	<0,1
Anthanthren	ANTA	<0,1	-	<0,1	<0,1	<0,1	<0,1	<0,1	<0,1	<0,1
Coronen	COR	<0,1	-	<0,1	<0,1	<0,1	<0,1	<0,1	<0,1	<0,1

\*) Mittel beruht auf weniger als drei Messwerten &gt;Bestimmungsgrenze

Tab. 3.4.3-3: PAK-Ergebnisse in Weidelgras 5. Serie 1999 (TVO grau unterlegt, EPA fett gedruckt)

PAK in µg/kg TS		Weidelgras 5. Serie 08.09. - 06.10.1999								
Langname	Kurz	Wbb	Wßs	Ein	Shy	Gra	Bid	MW Land	Aug	Mün
Naphthalin	NAP	8,3	7,1	6,1	8,0	7,3	-	7,4	-	29,0
Acenaphtylen	ACY	2,3	3,0	2,3	2,4	1,9	-	2,4	-	15,0
Acenaphten	ACE	1,9	2,0	1,9	1,9	1,4	-	1,8	-	7,4
Fluoren	FLE	6,6	6,9	5,5	6,0	4,2	-	5,8	-	32,0
<b>Phenanthren</b>	<b>PHE</b>	<b>28,0</b>	<b>66,0</b>	<b>33,0</b>	<b>26,0</b>	<b>27,0</b>	-	<b>36,0</b>	-	<b>260,0</b>
<b>Anthracen</b>	<b>ANT</b>	<b>4,6</b>	<b>13,0</b>	<b>4,4</b>	<b>5,5</b>	<b>4,1</b>	-	<b>6,3</b>	-	<b>70,0</b>
<b>Pyren</b>	<b>PYR</b>	<b>5,5</b>	<b>13,0</b>	<b>9,3</b>	<b>6,4</b>	<b>10,0</b>	-	<b>8,8</b>	-	<b>54,0</b>
<b>Benz(a)anthracen</b>	<b>BaA</b>	<b>1,6</b>	<b>1,6</b>	<b>1,8</b>	<b>1,5</b>	<b>2,3</b>	-	<b>1,8</b>	-	<b>7,1</b>
<b>Chrysen(+Triphenylen)</b>	<b>CHR(+TRI)</b>	<b>3,7</b>	<b>4,6</b>	<b>5,8</b>	<b>3,6</b>	<b>5,6</b>	-	<b>4,7</b>	-	<b>14,0</b>
<b>Fluoranthren</b>	<b>FLU</b>	<b>14,0</b>	<b>22,0</b>	<b>22,0</b>	<b>13,0</b>	<b>18,0</b>	-	<b>17,8</b>	-	<b>93,0</b>
<b>Benz(b,j+k)Fluoranthren</b>	<b>BbjF+BkF</b>	<b>2,9</b>	<b>3,2</b>	<b>3,9</b>	<b>3,2</b>	<b>3,6</b>	-	<b>3,4</b>	-	<b>6,5</b>
<b>Benz(a)pyren</b>	<b>BaP</b>	<b>1,3</b>	<b>1,2</b>	<b>1,5</b>	<b>1,6</b>	<b>1,3</b>	-	<b>1,4</b>	-	<b>7,2</b>
<b>Indeno(1,2,3-c,d)pyren</b>	<b>INP</b>	<b>2,5</b>	<b>3,1</b>	<b>2,7</b>	<b>2,7</b>	<b>3,3</b>	-	<b>2,9</b>	-	<b>6,9</b>
<b>Benzo(g,h,i)perylen</b>	<b>BghiP</b>	<b>2,2</b>	<b>2,2</b>	<b>2,3</b>	<b>2,4</b>	<b>2,6</b>	-	<b>2,3</b>	-	<b>6,8</b>
<b>Dibenz(a,h)anthracen</b>	<b>DBahA</b>	<0,1	<0,1	<0,1	<0,1	<0,1	-	<0,1	-	<0,1
<b>Summe PAK nach TVO</b>	<b>TVO</b>	<b>22,9</b>	<b>31,7</b>	<b>32,4</b>	<b>22,9</b>	<b>28,8</b>	-	<b>27,7</b>	-	<b>120,4</b>
<b>Summe schwerflüchtiger EPA-PAK</b>	<b>EPA</b>	<b>66,4</b>	<b>130,0</b>	<b>86,8</b>	<b>66,0</b>	<b>77,9</b>	-	<b>85,4</b>	-	<b>525,6</b>
Benzo(b)naphtho(2,1,d)thiophen	BNT	<0,1	<0,1	0,1	<0,1	<0,1	-	<0,1	-	1,7
Benzo(g,h,i)fluoranthren	BghiF	0,7	1,1	2,4	0,9	1,6	-	1,3	-	6,0
Benz(e)pyren	BeP	1,1	1,1	1,2	0,9	1,1	-	1,1	-	8,0
Perylen	PER	0,7	<0,1	0,7	0,7	0,5	-	0,5	-	<0,1
Dibenz(a,j)anthracen	DBajA	<0,1	<0,1	<0,1	<0,1	<0,1	-	<0,1	-	<0,1
Anthanthren	ANTA	<0,1	<0,1	<0,1	<0,1	<0,1	-	<0,1	-	<0,1
Coronen	COR	<0,1	<0,1	0,4	<0,1	<0,1	-	<0,1	-	<0,1

Tab. 3.4.3-4: PAK-Ergebnisse in Grünkohl 1. Serie 1999 (TVO grau unterlegt, EPA fett gedruckt)

PAK in µg/kg TS		Grünkohl 1. Serie 11.08. - 06.10.1999								
Langname	Kurz	Wbb	Wßs	Ein	Shy	Gra	Bid	MW Land	Aug	Mün
Naphthalin	NAP	7,5	7,8	6,3	5,8	5,4	-	6,6	5,3	2,8
Acenaphtylen	ACY	1,5	1,3	1,9	2,0	1,3	-	1,6	4,7	1,0
Acenaphten	ACE	1,6	1,2	1,6	1,5	1,1	-	1,4	2,7	0,7
Fluoren	FLE	5,8	2,3	8,2	5,9	3,4	-	5,1	9,0	5,3
<b>Phenanthren</b>	<b>PHE</b>	<b>33,0</b>	<b>15,0</b>	<b>37,0</b>	<b>28,0</b>	<b>28,0</b>	-	<b>28,2</b>	<b>43,0</b>	<b>32,0</b>
<b>Anthracen</b>	<b>ANT</b>	<b>5,2</b>	<b>1,4</b>	<b>7,3</b>	<b>3,0</b>	<b>7,2</b>	-	<b>4,8</b>	<b>10,0</b>	<b>9,2</b>
<b>Pyren</b>	<b>PYR</b>	<b>4,8</b>	<b>3,0</b>	<b>11,0</b>	<b>5,5</b>	<b>6,7</b>	-	<b>6,2</b>	<b>11,0</b>	<b>14,0</b>
<b>Benz(a)anthracen</b>	<b>BaA</b>	<b>2,3</b>	<b>0,7</b>	<b>1,8</b>	<b>0,9</b>	<b>2,9</b>	-	<b>1,7</b>	<b>1,8</b>	<b>1,6</b>
<b>Chrysen(+Triphenylen)</b>	<b>CHR(+TRI)</b>	<b>2,5</b>	<b>1,2</b>	<b>5,2</b>	<b>2,0</b>	<b>2,8</b>	-	<b>2,7</b>	<b>4,7</b>	<b>4,2</b>
<b>Fluoranthren</b>	<b>FLU</b>	<b>12,0</b>	<b>6,4</b>	<b>18,0</b>	<b>10,0</b>	<b>11,0</b>	-	<b>11,5</b>	<b>15,0</b>	<b>22,0</b>
<b>Benz(b,j+k)Fluoranthren</b>	<b>BbjF+BkF</b>	<b>1,8</b>	<b>0,8</b>	<b>2,3</b>	<b>1,5</b>	<b>1,7</b>	-	<b>1,6</b>	<b>2,7</b>	<b>2,3</b>
<b>Benz(a)pyren</b>	<b>BaP</b>	<b>0,7</b>	<b>&lt;0,1</b>	<b>0,8</b>	<b>0,4</b>	<b>0,9</b>	-	<b>0,6</b>	<b>1,1</b>	<b>0,7</b>
<b>Indeno(1,2,3-c,d)pyren</b>	<b>INP</b>	<b>2,0</b>	<b>1,0</b>	<b>1,8</b>	<b>1,7</b>	<b>1,5</b>	-	<b>1,6</b>	<b>2,4</b>	<b>2,0</b>
<b>Benzo(g,h,i)perylen</b>	<b>BghiP</b>	<b>1,8</b>	<b>1,3</b>	<b>1,5</b>	<b>1,2</b>	<b>1,2</b>	-	<b>1,4</b>	<b>1,7</b>	<b>2,7</b>
<b>Dibenz(a,h)anthracen</b>	<b>DBahA</b>	<b>&lt;0,1</b>	<b>&lt;0,1</b>	<b>&lt;0,1</b>	<b>&lt;0,1</b>	<b>&lt;0,1</b>	-	<b>&lt;0,1</b>	<b>&lt;0,1</b>	<b>&lt;0,1</b>
<b>Summe PAK nach TVO</b>	<b>TVO</b>	<b>18,3</b>	<b>9,6</b>	<b>24,4</b>	<b>14,8</b>	<b>16,3</b>	-	<b>16,7</b>	<b>22,9</b>	<b>29,7</b>
<b>Summe schwerflüchtiger EPA-PAK</b>	<b>EPA</b>	<b>66,2</b>	<b>30,9</b>	<b>86,8</b>	<b>54,3</b>	<b>64,0</b>	-	<b>60,4</b>	<b>93,5</b>	<b>90,8</b>
Benzo(b)naphtho(2,1,d)thiophen	BNT	<0,1	<0,1	<0,1	<0,1	<0,1	-	<0,1	<0,1	<0,1
Benzo(g,h,i)fluoranthren	BghiF	0,8	0,1	1,2	0,4	1,9	-	0,9	1,0	1,9
Benz(e)pyren	BeP	0,6	<0,1	0,5	0,3	0,7	-	0,4	1,7	1,0
Perylen	PER	<0,1	<0,1	<0,1	<0,1	<0,1	-	<0,1	<0,1	0,2
Dibenz(a,j)anthracen	DBajA	<0,1	<0,1	<0,1	<0,1	<0,1	-	<0,1	<0,1	<0,1
Anthanthren	ANTA	<0,1	<0,1	<0,1	<0,1	<0,1	-	<0,1	<0,1	<0,1
Coronen	COR	<0,1	<0,1	<0,1	<0,1	<0,1	-	<0,1	<0,1	<0,1

Tab. 3.4.3-5: PAK-Ergebnisse in Grünkohl 2. Serie 1999 (TVO grau unterlegt, **EPA fett gedruckt**)

PAK in µg/kg TS		Grünkohl 2. Serie 06.10. - 01.12.1999								
Langname	Kurz	Wbb	Wßs	Ein	Shy	Gra	Bid	MW Land	Aug	Mün
Naphthalin	NAP			5,9	3,6					
Acenaphthylen	ACY			3,0	1,3					
Acenaphthen	ACE			1,6	0,9					
Fluoren	FLE			10,0	5,5					
<b>Phenanthren</b>	<b>PHE</b>			<b>140,0</b>	<b>43,0</b>					
<b>Anthracen</b>	<b>ANT</b>			<b>12,0</b>	<b>11,0</b>					
<b>Pyren</b>	<b>PYR</b>			<b>33,0</b>	<b>11,0</b>					
<b>Benz(a)anthracen</b>	<b>BaA</b>			<b>3,3</b>	<b>1,6</b>					
<b>Chrysen(+Triphenylen)</b>	<b>CHR(+TRI)</b>			<b>12,0</b>	<b>5,3</b>					
<b>Fluoranthren</b>	<b>FLU</b>			<b>67,0</b>	<b>23,0</b>					
<b>Benz(b,j+k)Fluoranthren</b>	<b>BbjF+BkF</b>			<b>3,3</b>	<b>2,6</b>					
<b>Benz(a)pyren</b>	<b>BaP</b>			<b>1,8</b>	<b>0,9</b>					
<b>Indeno(1,2,3-c,d)pyren</b>	<b>INP</b>			<b>2,4</b>	<b>2,4</b>					
<b>Benzo(g,h,i)perylen</b>	<b>BghiP</b>			<b>1,5</b>	<b>2,1</b>					
<b>Dibenz(a,h)anthracen</b>	<b>DBahA</b>			<0,1	<0,1					
<b>Summe PAK nach TVO</b>	<b>TVO</b>			<b>76,0</b>	<b>31,0</b>					
<b>Summe schwerflüchtiger EPA-PAK</b>	<b>EPA</b>			<b>276,4</b>	<b>103,0</b>					
Benzo(b)naphtho(2,1,d)thiophen	BNT			0,8	<0,1					
Benzo(g,h,i)fluoranthren	BghiF			2,2	1,2					
Benz(e)pyren	BeP			1,1	0,9					
Perylen	PER			0,2	<0,1					
Dibenz(a,j)anthracen	DBajA			<0,1	<0,1					
Anthanthren	ANTA			<0,1	<0,1					
Coronen	COR			<0,1	<0,1					

Tab. 3.4.3-6: PAK-Ergebnisse in Weidelgras 1.-3. Serie 2000 (TVO grau unterlegt, EPA fett gedruckt)

PAK in µg/kg TS		Weidelgras 1.-3. Serie 17.05. - 14.06.2000									
Langname	Kurz	Wbb	Kul	Wßs	Ein	Shy	Gra	Bid	MW Land	Aug	Mün
Naphthalin	NAP	12,0	7,6	13,0	14,0	12,0	13,0	6,1	11,1	5,3	16,0
Acenaphtylen	ACY	3,2	1,2	3,1	3,1	3,0	3,0	0,9	2,5	0,6	4,5
Acenaphthen	ACE	1,3	0,6	1,1	1,2	1,1	1,2	0,5	1,0	0,5	1,9
Fluoren	FLE	3,3	1,1	3,2	3,4	2,6	3,5	1,1	2,6	1,1	4,8
<b>Phenanthren</b>	<b>PHE</b>	<b>13,0</b>	<b>6,3</b>	<b>11,0</b>	<b>15,0</b>	<b>10,0</b>	<b>16,0</b>	<b>6,3</b>	<b>11,1</b>	<b>9,1</b>	<b>42,0</b>
<b>Anthracen</b>	<b>ANT</b>	<b>1,6</b>	<b>1,0</b>	<b>1,3</b>	<b>1,6</b>	<b>1,1</b>	<b>2,3</b>	<b>1,0</b>	<b>1,4</b>	<b>1,7</b>	<b>4,3</b>
<b>Pyren</b>	<b>PYR</b>	<b>2,6</b>	<b>2,3</b>	<b>1,8</b>	<b>2,9</b>	<b>2,2</b>	<b>3,3</b>	<b>2,3</b>	<b>2,5</b>	<b>2,3</b>	<b>9,2</b>
Benz(a)anthracen	BaA	1,0	1,4	0,8	1,0	0,9	1,2	<0,3	0,9	0,6	1,6
Chrysen(+Triphenylen)	CHR(+TRI)	1,1	1,3	0,7	1,4	0,9	1,3	<0,3	1,0	0,5	2,5
Fluoranthren	FLU	4,1	3,7	3,4	6,2	3,6	5,7	3,8	4,4	4,8	21,0
Benz(b,j+k)Fluoranthren	BbjF+BkF	1,6	1,6	1,3	1,6	1,4	1,6	1,6	1,5	1,1	2,5
Benz(a)pyren	BaP	0,7	1,0	0,5	0,5	0,5	0,5	<0,3	0,6	<0,3	1,4
Indeno(1,2,3-c,d)pyren	INP	1,4	1,9	1,3	1,6	1,4	1,5	1,7	1,5	1,2	2,4
Benzo(g,h,i)perylen	BghiP	1,7	2,0	1,5	1,7	1,6	1,7	1,9	1,7	1,7	3,4
Dibenz(a,h)anthracen	DBahA	<0,1	<0,1	<0,3	<0,1	<0,1	<0,3	<0,3	<0,1	<0,3	<0,1
<b>Summe PAK nach TVO</b>	<b>TVO</b>	<b>9,5</b>	<b>10,2</b>	<b>8,0</b>	<b>11,6</b>	<b>8,5</b>	<b>11,0</b>	<b>9,2</b>	<b>9,7</b>	<b>9,0</b>	<b>30,7</b>
<b>Summe schwerflüchtiger EPA-PAK</b>	<b>EPA</b>	<b>28,9</b>	<b>22,6</b>	<b>23,8</b>	<b>0,1</b>	<b>23,7</b>	<b>35,3</b>	<b>18,9</b>	<b>21,9</b>	<b>23,3</b>	<b>90,4</b>
Benzo(b)naphtho(2,1,d)thiophen	BNT	<0,1	<0,1	<0,3	<0,1	<0,1	<0,3	<0,3	<0,1	<0,3	<0,1
Benzo(g,h,i)fluoranthren	BghiF	<0,1	0,2	<0,3	<0,1	<0,1	<0,3	<0,3	0,1*	<0,3	0,5
Benz(e)pyren	BeP	0,2	0,2	<0,3	0,2	0,1	<0,3	<0,3	0,2	<0,3	0,4
Perylen	PER	<0,1	<0,1	<0,3	<0,1	<0,1	<0,3	<0,3	<0,1	<0,3	<0,1
Dibenz(a,j)anthracen	DBajA	<0,1	<0,1	<0,3	<0,1	<0,1	<0,3	<0,3	<0,1	<0,3	<0,1
Anthanthren	ANTA	<0,1	<0,1	<0,3	<0,1	<0,1	<0,3	<0,3	<0,1	<0,3	<0,1
Coronen	COR	<0,1	<0,1	<0,3	<0,1	<0,1	<0,3	<0,3	<0,1	<0,3	0,3

\*) Mittel beruht auf weniger als drei Messwerten &gt;Bestimmungsgrenze

Tab. 3.4.3-7: PAK-Ergebnisse in Weidelgras 4. Serie 2000 (TVO grau unterlegt, **EPA fett gedruckt**)

<b>PAK</b> in µg/kg TS		<b>Weidelgras</b> 4. Serie 09.08. - 06.09.2000									
Langname	Kurz	Wbb	Kul	Wßs	Ein	Shy	Gra	Bid	MW Land	Aug	Mün
Naphthalin	NAP	4,4	4,0	4,8	8,2	5,3	6,4	4,7	6,3	4,5	8,5
Acenaphtylen	ACY	0,7	0,7	0,6	1,1	0,8	1,0	0,8	1,0	0,6	2,0
Acenaphthen	ACE	0,5	0,3	0,5	1,3	0,7	0,8	0,7	0,8	<0,3	1,6
Fluoren	FLE	1,9	0,9	1,1	2,7	1,4	1,5	1,4	1,8	1,3	4,5
<b>Phenanthren</b>	<b>PHE</b>	<b>9,2</b>	<b>7,9</b>	<b>7,4</b>	<b>23,0</b>	<b>8,7</b>	<b>12,0</b>	<b>9,1</b>	<b>11,0</b>	<b>10,0</b>	<b>62,0</b>
<b>Anthracen</b>	<b>ANT</b>	<b>1,4</b>	<b>1,3</b>	<b>1,0</b>	<b>2,8</b>	<b>1,8</b>	<b>1,5</b>	<b>1,6</b>	<b>1,6</b>	<b>1,9</b>	<b>8,2</b>
<b>Pyren</b>	<b>PYR</b>	<b>2,6</b>	<b>2,6</b>	<b>2,1</b>	<b>5,9</b>	<b>2,4</b>	<b>3,8</b>	<b>3,1</b>	<b>3,2</b>	<b>3,3</b>	<b>21,0</b>
<b>Benz(a)anthracen</b>	<b>BaA</b>	<b>0,8</b>	<b>1,4</b>	<b>0,9</b>	<b>2,0</b>	<b>0,8</b>	<b>1,6</b>	<b>0,8</b>	<b>1,2</b>	<b>1,0</b>	<b>3,1</b>
<b>Chrysen(+Triphenylen)</b>	<b>CHR(+TRI)</b>	<b>0,9</b>	<b>1,3</b>	<b>0,7</b>	<b>2,7</b>	<b>0,9</b>	<b>2,2</b>	<b>1,0</b>	<b>1,4</b>	<b>1,0</b>	<b>3,7</b>
<b>Fluoranthen</b>	<b>FLU</b>	<b>5,4</b>	<b>5,3</b>	<b>4,2</b>	<b>12,0</b>	<b>4,9</b>	<b>2,3</b>	<b>5,9</b>	<b>5,7</b>	<b>6,0</b>	<b>40,0</b>
<b>Benz(b,j+k)Fluoranthen</b>	<b>BbjF+BkF</b>	<b>1,8</b>	<b>1,6</b>	<b>1,5</b>	<b>2,2</b>	<b>1,6</b>	<b>8,4</b>	<b>1,6</b>	<b>2,7</b>	<b>1,5</b>	<b>3,7</b>
<b>Benz(a)pyren</b>	<b>BaP</b>	<b>0,7</b>	<b>0,7</b>	<b>0,6</b>	<b>0,6</b>	<b>&lt;0,2</b>	<b>0,7</b>	<b>&lt;0,3</b>	<b>0,5</b>	<b>&lt;0,3</b>	<b>2,5</b>
<b>Indeno(1,2,3-c,d)pyren</b>	<b>INP</b>	<b>2,2</b>	<b>1,8</b>	<b>1,7</b>	<b>2,0</b>	<b>1,5</b>	<b>2,0</b>	<b>1,7</b>	<b>1,8</b>	<b>1,6</b>	<b>3,4</b>
<b>Benzo(g,h,i)perylen</b>	<b>BghiP</b>	<b>2,2</b>	<b>1,9</b>	<b>1,8</b>	<b>2,2</b>	<b>1,9</b>	<b>2,1</b>	<b>1,8</b>	<b>2,0</b>	<b>2,1</b>	<b>5,1</b>
<b>Dibenz(a,h)anthracen</b>	<b>DBahA</b>	<b>&lt;0,2</b>	<b>&lt;0,1</b>	<b>&lt;0,2</b>	<b>&lt;0,2</b>	<b>&lt;0,2</b>	<b>&lt;0,2</b>	<b>&lt;0,3</b>	<b>&lt;0,2</b>	<b>&lt;0,3</b>	<b>&lt;0,1</b>
<b>Summe PAK nach TVO</b>	<b>TVO</b>	<b>12,3</b>	<b>11,3</b>	<b>9,8</b>	<b>19,0</b>	<b>10,0</b>	<b>15,5</b>	<b>11,2</b>	<b>12,7</b>	<b>11,4</b>	<b>54,7</b>
<b>Summe schwerflüchtiger EPA-PAK</b>	<b>EPA</b>	<b>27,3</b>	<b>25,9</b>	<b>22,0</b>	<b>55,5</b>	<b>24,6</b>	<b>36,7</b>	<b>26,8</b>	<b>31,2</b>	<b>28,6</b>	<b>152,8</b>
Benzo(b)naphtho(2,1,d)thiophen	BNT	<0,2	<0,1	<0,2	<0,2	<0,2	<0,2	<0,3	<0,2	<0,3	<0,1
Benzo(g,h,i)fluoranthen	BghiF	<0,2	0,2	<0,2	<0,2	<0,2	0,4	<0,3	0,2*	<0,3	1,0
Benz(e)pyren	BeP	0,2	0,1	<0,2	0,3	<0,2	0,2	<0,3	0,2	<0,3	0,9
Perylen	PER	<0,2	<0,1	<0,2	<0,2	<0,2	<0,2	<0,3	<0,2	<0,3	<0,1
Dibenz(a,j)anthracen	DBajA	<0,2	<0,1	<0,2	<0,2	<0,2	<0,2	<0,3	<0,2	<0,3	<0,1
Anthanthren	ANTA	<0,2	<0,1	<0,2	<0,2	<0,2	<0,2	<0,3	<0,2	<0,3	<0,1
Coronen	COR	<0,2	<0,1	<0,2	<0,2	<0,2	<0,2	<0,3	<0,2	<0,3	1,0

\*) Mittel beruht auf weniger als drei Messwerten &gt;Bestimmungsgrenze

Tab. 3.4.3-8: PAK-Ergebnisse in Weidelgras 5. Serie 2000 (TVO grau unterlegt, EPA fett gedruckt)

PAK in µg/kg TS		Weidelgras 5. Serie 06.09. - 04.10.2000									
Langname	Kurz	Wbb	Kul	Wßs	Ein	Shy	Gra	Bid	MW Land	Aug	Mün
Naphthalin	NAP	9,3	7,5	8,2	6,1	9,3	9,3	8,2	8,3	8,5	13,0
Acenaphhtylen	ACY	1,8	1,5	1,6	0,9	1,6	1,6	1,2	1,5	1,5	3,3
Acenaphthen	ACE	1,1	1,0	0,9	0,8	1,3	1,0	1,1	1,0	0,9	2,2
Fluoren	FLE	2,8	3,5	2,5	2,7	3,0	3,5	2,6	2,9	2,4	6,7
<b>Phenanthren</b>	<b>PHE</b>	<b>18,0</b>	<b>31,0</b>	<b>18,0</b>	<b>18,0</b>	<b>26,0</b>	<b>28,0</b>	<b>22,0</b>	<b>23,0</b>	<b>34,0</b>	<b>100,0</b>
<b>Anthracen</b>	<b>ANT</b>	<b>1,9</b>	<b>3,3</b>	<b>2,1</b>	<b>2,5</b>	<b>2,3</b>	<b>3,1</b>	<b>3,1</b>	<b>2,6</b>	<b>4,2</b>	<b>12,0</b>
<b>Pyren</b>	<b>PYR</b>	<b>4,0</b>	<b>7,1</b>	<b>4,9</b>	<b>5,1</b>	<b>7,9</b>	<b>6,7</b>	<b>5,6</b>	<b>5,9</b>	<b>8,2</b>	<b>30,0</b>
<b>Benz(a)anthracen</b>	<b>BaA</b>	<b>1,4</b>	<b>2,2</b>	<b>2,0</b>	<b>2,3</b>	<b>2,5</b>	<b>2,3</b>	<b>1,6</b>	<b>2,0</b>	<b>1,1</b>	<b>3,3</b>
<b>Chrysen(+Triphenylen)</b>	<b>CHR(+TRI)</b>	<b>2,1</b>	<b>3,5</b>	<b>3,2</b>	<b>3,5</b>	<b>5,0</b>	<b>3,1</b>	<b>2,8</b>	<b>3,3</b>	<b>2,4</b>	<b>6,4</b>
<b>Fluoranthren</b>	<b>FLU</b>	<b>10,0</b>	<b>18,0</b>	<b>13,0</b>	<b>15,0</b>	<b>20,0</b>	<b>19,0</b>	<b>13,0</b>	<b>15,4</b>	<b>22,0</b>	<b>65,0</b>
<b>Benz(b,j+k)Fluoranthren</b>	<b>BbjF+BkF</b>	<b>2,3</b>	<b>2,7</b>	<b>3,4</b>	<b>3,8</b>	<b>4,3</b>	<b>2,9</b>	<b>2,4</b>	<b>3,1</b>	<b>2,8</b>	<b>4,6</b>
<b>Benz(a)pyren</b>	<b>BaP</b>	<b>1,3</b>	<b>1,4</b>	<b>1,8</b>	<b>1,5</b>	<b>1,9</b>	<b>0,8</b>	<b>0,8</b>	<b>1,4</b>	<b>0,9</b>	<b>2,4</b>
<b>Indeno(1,2,3-c,d)pyren</b>	<b>INP</b>	<b>2,9</b>	<b>2,6</b>	<b>4,3</b>	<b>3,2</b>	<b>3,8</b>	<b>2,8</b>	<b>2,7</b>	<b>3,2</b>	<b>2,8</b>	<b>4,7</b>
<b>Benzo(g,h,i)perylen</b>	<b>BghiP</b>	<b>2,5</b>	<b>2,6</b>	<b>3,6</b>	<b>3,0</b>	<b>3,7</b>	<b>2,7</b>	<b>2,6</b>	<b>3,0</b>	<b>3,1</b>	<b>5,7</b>
<b>Dibenz(a,h)anthracen</b>	<b>DBahA</b>	<0,1	<0,1	<0,2	<0,2	<0,1	<0,1	<0,2	<0,1	<0,2	<0,2
<b>Summe PAK nach TVO</b>	<b>TVO</b>	<b>19,0</b>	<b>27,3</b>	<b>26,1</b>	<b>26,5</b>	<b>33,7</b>	<b>28,2</b>	<b>21,5</b>	<b>26,0</b>	<b>31,6</b>	<b>82,4</b>
<b>Summe schwerflüchtiger EPA-PAK</b>	<b>EPA</b>	<b>46,5</b>	<b>74,5</b>	<b>56,4</b>	<b>58,0</b>	<b>77,5</b>	<b>71,5</b>	<b>56,7</b>	<b>63,0</b>	<b>81,6</b>	<b>234,2</b>
Benzo(b)naphtho(2,1,d)thiophen	BNT	<0,1	<0,1	<0,2	<0,2	<0,1	<0,1	<0,2	<0,1	<0,2	<0,2
Benzo(g,h,i)fluoranthren	BghiF	0,2	0,9	0,6	0,4	0,7	0,6	0,5	0,6	<0,2	2,1
Benz(e)pyren	BeP	0,2	0,4	0,7	0,5	0,5	0,3	0,3	0,4	0,4	1,2
Perylen	PER	<0,1	<0,1	<0,2	<0,2	<0,1	<0,1	<0,2	<0,1	<0,2	<0,2
Dibenz(a,j)anthracen	DBajA	<0,1	<0,1	<0,2	<0,2	<0,1	<0,1	<0,2	<0,1	<0,2	<0,2
Anthanthren	ANTA	<0,1	<0,1	<0,2	<0,2	<0,1	<0,1	<0,2	<0,1	<0,2	<0,2
Coronen	COR	<0,1	0,3	<0,2	<0,2	0,4	0,2	<0,2	0,2	<0,2	1,3

Tab. 3.4.3-9: PAK-Ergebnisse in Grünkohl 1. Serie 2000 (TVO grau unterlegt, **EPA fett gedruckt**)

PAK in µg/kg TS		Grünkohl 1. Serie 09.08. - 04.10.2000									
Langname	Kurz	Wbb	Kul	Wßs	Ein	Shy	Gra	Bid	MW Land	Aug	Mün
Naphthalin	NAP	9,9	9,7	12,0	9,9	11,0	13,0	10,0	10,8	18,0	18,0
Acenaphtylen	ACY	2,7	3,1	3,4	3,0	3,5	3,7	3,1	3,2	3,5	5,1
Acenaphthen	ACE	1,3	1,1	1,3	1,4	1,4	1,6	1,2	1,3	1,3	2,4
Fluoren	FLE	3,2	3,5	3,8	3,7	3,3	4,4	3,4	3,6	3,9	6,7
<b>Phenanthren</b>	<b>PHE</b>	<b>18,0</b>	<b>21,0</b>	<b>20,0</b>	<b>27,0</b>	<b>21,0</b>	<b>38,0</b>	<b>23,0</b>	<b>24,0</b>	<b>31,0</b>	<b>70,0</b>
<b>Anthracen</b>	<b>ANT</b>	<b>1,3</b>	<b>2,7</b>	<b>2,1</b>	<b>3,1</b>	<b>2,2</b>	<b>3,3</b>	<b>2,6</b>	<b>2,5</b>	<b>4,0</b>	<b>7,4</b>
<b>Pyren</b>	<b>PYR</b>	<b>2,6</b>	<b>4,2</b>	<b>3,5</b>	<b>7,3</b>	<b>5,2</b>	<b>8,2</b>	<b>4,9</b>	<b>5,1</b>	<b>7,4</b>	<b>26,0</b>
Benz(a)anthracen	BaA	0,7	1,2	1,1	2,0	1,1	1,5	1,2	1,3	1,7	2,3
Chrysen(+Triphenylen)	CHR(+TRI)	0,9	1,3	1,6	4,6	2,2	2,3	1,7	2,1	2,6	5,1
Fluoranthen	FLU	5,3	7,4	7,2	15,0	9,5	15,0	8,1	9,6	13,0	34,0
Benz(b,j+k)Fluoranthen	BbjF+BkF	1,2	1,7	2,2	2,9	2,3	1,6	1,8	2,0	3,9	3,3
Benz(a)pyren	BaP	0,3	0,4	0,7	0,9	1,0	0,4	<0,1	0,5	2,3	1,4
Indeno(1,2,3-c,d)pyren	INP	1,1	1,5	2,0	2,1	2,1	1,3	1,8	1,7	3,9	2,9
Benzo(g,h,i)perylen	BghiP	1,2	1,5	<0,1	2,1	2,2	1,3	1,9	1,5	3,6	3,4
Dibenz(a,h)anthracen	DBahA	<0,1	<0,1	2,0	<0,1	<0,1	<0,1	<0,1	0,3	<0,1	<0,3
<b>Summe PAK nach TVO</b>	<b>TVO</b>	<b>9,1</b>	<b>12,5</b>	<b>12,1</b>	<b>23,0</b>	<b>17,1</b>	<b>19,6</b>	<b>13,6</b>	<b>15,3</b>	<b>26,7</b>	<b>45,0</b>
<b>Summe schwerflüchtiger EPA-PAK</b>	<b>EPA</b>	<b>32,7</b>	<b>43,0</b>	<b>42,5</b>	<b>67,1</b>	<b>48,9</b>	<b>73,0</b>	<b>47,1</b>	<b>50,5</b>	<b>73,5</b>	<b>156,0</b>
Benzo(b)naphtho(2,1,d)thiophen	BNT	<0,1	<0,1	<0,1	<0,1	<0,1	<0,1	<0,1	<0,1	<0,1	<0,3
Benzo(g,h,i)fluoranthen	BghiF	<0,1	<0,1	<0,1	0,6	0,3	0,4	0,2	0,2	<0,1	1
Benz(e)pyren	BeP	<0,1	<0,1	<0,1	0,2	0,2	<0,1	<0,1	<0,1	0,7	0,5
Perylen	PER	<0,1	<0,1	<0,1	<0,1	<0,1	<0,1	<0,1	<0,1	<0,1	<0,3
Dibenz(a,j)anthracen	DBajA	<0,1	<0,1	<0,1	<0,1	<0,1	<0,1	<0,1	<0,1	<0,1	<0,3
Anthanthren	ANTA	<0,1	<0,1	<0,1	<0,1	<0,1	<0,1	<0,1	<0,1	<0,1	<0,3
Coronen	COR	<0,1	<0,1	<0,1	<0,1	<0,1	<0,1	<0,1	<0,1	0,2	<0,3

Tab. 3.4.3-10: PAK-Ergebnisse in Grünkohl 2. Serie 2000 (TVO grau unterlegt, EPA fett gedruckt)

PAK in µg/kg TS		Grünkohl 2. Serie 04.10. - 29.11.2000									
Langname	Kurz	Wbb	Kul	Wßs	Ein	Shy	Gra	Bid	MW Land	Aug	Mün
Naphthalin	NAP	11,0	9,0	8,2	6,5	5,3	7,6	6,5	7,7	6,6	13,0
Acenaphtylen	ACY	2,3	3,6	2,2	2,5	1,7	2,4	1,7	2,3	2,7	4,6
Acenaphthen	ACE	1,1	1,5	0,9	0,9	0,7	1,0	0,7	1,0	0,8	2,6
Fluoren	FLE	3,9	6,2	3,8	3,8	2,1	3,5	2,5	3,7	3,3	8,2
<b>Phenanthren</b>	<b>PHE</b>	<b>39,0</b>	<b>100,0</b>	<b>40,0</b>	<b>69,0</b>	<b>28,0</b>	<b>55,0</b>	<b>34,0</b>	<b>52,1</b>	<b>57,0</b>	<b>190,0</b>
<b>Anthracen</b>	<b>ANT</b>	<b>5,3</b>	<b>9,8</b>	<b>4,2</b>	<b>7,5</b>	<b>4,1</b>	<b>5,4</b>	<b>4,5</b>	<b>5,8</b>	<b>8,1</b>	<b>26,0</b>
<b>Pyren</b>	<b>PYR</b>	<b>7,0</b>	<b>30,0</b>	<b>11,0</b>	<b>21,0</b>	<b>8,7</b>	<b>17,0</b>	<b>8,9</b>	<b>14,8</b>	<b>12,0</b>	<b>95,0</b>
<b>Benz(a)anthracen</b>	<b>BaA</b>	<b>1,3</b>	<b>4,3</b>	<b>1,9</b>	<b>3,7</b>	<b>1,8</b>	<b>3,1</b>	<b>1,8</b>	<b>2,6</b>	<b>1,8</b>	<b>8,0</b>
<b>Chrysen(+Triphenylen)</b>	<b>CHR(+TRI)</b>	<b>2,7</b>	<b>8,0</b>	<b>4,9</b>	<b>7,7</b>	<b>3,4</b>	<b>6,2</b>	<b>3,2</b>	<b>5,2</b>	<b>3,1</b>	<b>12,0</b>
<b>Fluoranthen</b>	<b>FLU</b>	<b>14,0</b>	<b>55,0</b>	<b>23,0</b>	<b>41,0</b>	<b>16,0</b>	<b>30,0</b>	<b>16,0</b>	<b>27,9</b>	<b>20,0</b>	<b>120,0</b>
<b>Benz(b,j+k)Fluoranthen</b>	<b>BbjF+BkF</b>	<b>2,1</b>	<b>3,3</b>	<b>3,8</b>	<b>3,7</b>	<b>2,8</b>	<b>3,2</b>	<b>2,0</b>	<b>3,0</b>	<b>2,2</b>	<b>6,9</b>
<b>Benz(a)pyren</b>	<b>BaP</b>	<b>0,5</b>	<b>0,8</b>	<b>1,1</b>	<b>1,2</b>	<b>1,0</b>	<b>0,9</b>	<b>&lt;0,1</b>	<b>0,8</b>	<b>&lt;0,1</b>	<b>3,5</b>
<b>Indeno(1,2,3-c,d)pyren</b>	<b>INP</b>	<b>1,8</b>	<b>2,1</b>	<b>3,1</b>	<b>2,6</b>	<b>2,6</b>	<b>2,2</b>	<b>1,5</b>	<b>2,3</b>	<b>1,9</b>	<b>5,7</b>
<b>Benzo(g,h,i)perylen</b>	<b>BghiP</b>	<b>1,7</b>	<b>1,9</b>	<b>2,6</b>	<b>2,2</b>	<b>2,3</b>	<b>1,9</b>	<b>1,4</b>	<b>2,0</b>	<b>1,8</b>	<b>11,0</b>
<b>Dibenz(a,h)anthracen</b>	<b>DBahA</b>	<b>&lt;0,1</b>	<b>&lt;0,1</b>	<b>&lt;0,3</b>	<b>&lt;0,1</b>						
<b>Summe PAK nach TVO</b>	<b>TVO</b>	<b>20,1</b>	<b>63,1</b>	<b>33,6</b>	<b>50,7</b>	<b>24,7</b>	<b>38,2</b>	<b>21,0</b>	<b>35,9</b>	<b>26,0</b>	<b>147,1</b>
<b>Summe schwerflüchtiger EPA-PAK</b>	<b>EPA</b>	<b>75,5</b>	<b>215,3</b>	<b>95,8</b>	<b>159,7</b>	<b>70,8</b>	<b>125,0</b>	<b>73,4</b>	<b>116,5</b>	<b>108,0</b>	<b>478,2</b>
Benzo(b)naphtho(2,1,d)thiophen	BNT	<0,1	<0,1	<0,3	<0,1	<0,1	<0,1	<0,1	<0,1	<0,1	<0,3
Benzo(g,h,i)fluoranthen	BghiF	<0,1	1,1	0,6	0,8	0,5	0,6	0,3	0,6	0,3	2,5
Benz(e)pyren	BeP	<0,1	0,2	0,3	0,3	0,2	0,2	<0,1	0,2	<0,1	1,3
Perylen	PER	<0,1	<0,1	<0,3	<0,1	<0,1	<0,1	<0,1	<0,1	<0,1	<0,3
Dibenz(a,j)anthracen	DBajA	<0,1	<0,1	<0,3	<0,1	<0,1	<0,1	<0,1	<0,1	<0,1	<0,3
Anthanthren	ANTA	<0,1	<0,1	<0,3	<0,1	<0,1	<0,1	<0,1	<0,1	<0,1	<0,3
Coronen	COR	<0,1	<0,1	<0,3	<0,1	<0,1	<0,1	<0,1	<0,1	<0,1	1,2

## 3.5 Ozonschäden an Tabak und Brennnessel

Aufgrund der VDI-Richtlinien-Diskussion gab es im Verlauf der letzten Jahre immer wieder Änderungen bezüglich des Bioindikators Tabak BEL W3. An den bayerischen Dauerbeobachtungsstationen wurden jedoch immer, aufgrund der guten Erfahrungen, neben den Vorgaben der Richtlinie, die ‚großen‘ Tabakpflanzen exponiert. Nur dadurch wird eine Zeitreihenanalyse bis zum Jahr 1995 zurück ermöglicht, aus der ein Absinken der Blattschäden auf ein heute deutlich niedrigeres Niveau hervor geht.

### 3.5.1 Einleitung

Das sich in bodennahen Luftschichten bildende „anthropogene“ Ozon kann bei länger anhaltenden Schönwetterperioden zu sogenannten Sommersmog-Situationen führen. Ozon ist die mengenmäßig bedeutendste Komponente der Photooxidantien und entsteht unter Beteiligung von Sonnenlicht aus folgenden Vorläufersubstanzen: Kohlenwasserstoffe und Stickstoffoxide. Die Hauptquelle dieser Vorläufersubstanzen ist der Kfz-Verkehr. In der Nacht kommt es durch eine Umkehrreaktion mit Stickstoffmonoxid, welches wiederum aus dem Kfz-Verkehr stammt, zu einem Ozonabbau. In ballungsfernen Gebieten, in denen nachts weniger Verkehr herrscht als in städtischen Ballungsräumen, vermindert ein Mangel an Stickstoffmonoxid den Abbau von Ozon. Deshalb sind an den ländlichen Dauerbeobachtungsstationen stärkere Ozonschädigungen zu erwarten.

Ozon gelangt über die Spaltöffnungen der Blätter in die Interzellularräume und kommt so mit den umliegenden Membranen in Kontakt. Die biologische Wirkung besteht in der Veränderung von Zellmembranen, indem es mit den ungesättigten Fettsäuren der Lipidschicht reagiert. Durch die Schädigung werden Photosynthese- und Atmungsprozesse beeinträchtigt. Das Ozon wird bei der Reaktion unter Bildung von Sauerstoffradikalen abgebaut und kann somit chemisch nicht mehr nachgewiesen werden. Sichtbare Zeichen einer Ozonschädigung sind punktförmige Zerstörungen des Gewebes, sogenannte Nekrosen. Diese einzelnen Nekrosen verschmelzen zu Flächen. In der folgenden Zeit stirbt das Blatt nach einem bestimmten Grad der Zerstörung ab. Anhand dieser sichtbaren Schadsymptome wird die Photooxidantienbelastung erkennbar. Sie wird in Prozent geschädigter Blattfläche quantifiziert (Bonitur).

Als Bioindikatoren stehen der sehr empfindliche Tabak (*Nicotiana tabacum* BEL W3) und die weniger empfindliche einheimische Kleine Brennnessel (*Urtica urens*, Wildform) zur Verfügung.

### 3.5.2 Methoden

Die detaillierte Beschreibung der Anzucht, der Exposition und der Bonitur ist der VDI-Richtlinie 3957 Blatt 6 [VDI, 2000 Entwurf] zu entnehmen.

Dieser Entwurf sieht als expositionsreifen Bioindikator „kleine“ Tabakpflanzen an, deren zu bonitierende Blätter Nr. 4 bis 6 im Ansatz vorhanden, jedoch nicht ausgewachsen sein müssen. Wie bereits erwähnt, wurden an den Dauerbeobachtungsstationen mit gutem Erfolg schon immer „große“ Tabakpflanzen exponiert. Bei ihnen müssen bei Expositionsbeginn die Blätter Nr. 3 bis 8 ausgewachsen sein. Bonitiert werden die Blätter Nr. 4 bis 8.

In den Jahren 2000 bis 2002 wurden an jeder Station beide Entwicklungsstadien exponiert, zunächst sechs große und zwei kleine Pflanzen (2000), dann zwei große und sechs kleine Pflanzen (2001, 2002). Die vergleichenden Ergebnisse für 2000 und 2001 sind in einem gesonderten Abschnitt des Kapitels 3.5.3 dargestellt. Für die Auswertung der Zeitverläufe 2000 bis 2002, sowie für die Zeitreihenanalyse seit 1995 wurde aufgrund der methodischen Kontinuität dann nur noch der große Tabak herangezogen.



Bild 3.5.2-1: Tabakschädigung durch Ozoneinwirkung

### 3.5.3 Ergebnisse

#### Vergleich großer und kleiner Tabak

Wie in den **Abbildungen 3.5.3.-1 bis 3.5.3-8** zu sehen, gab es bei den Einzelergebnissen 2000 und 2001 beim großen und kleinen Tabak teilweise sehr große Unterschiede, die aber keinem bestimmten Muster folgen. Die Abweichungen des kleinen zum großen Tabak liegen in beiden Jahren in einem sehr weiten Spektrum (**Tabelle 3.5.3-1**).

Tab. 3.5.3-1: Vergleich der Schädigungen von großem und kleinem Tabak BEL W3 2000 und 2001: Sommermittelwerte (Mitte Juni bis August)

Standort	Sommermittelw. 2000		Abweichung i. % zum gr. Tabak 2000	Sommermittelw. 2001		Abweichung i. % zum gr. Tabak 2001
	gr. Tabak	kl. Tabak		gr. Tabak	kl. Tabak	
Weibersbrunn	29	33	14	39	26	-33
Weißensstadt	38	44	16	49	38	-23
Eining	38	47	22	30	14	-53
Sheyern	35	28	-21	43	27	-38
Grassau	35	40	15	38	30	-22
Bidingen	53	57	8	42	18	-58
München	19	18	-4	26	26	-1
Augsburg	43	26	-38	13	9	-29
	Mittelwert		2	Mittelwert		-32
	Stand.abw.		21	Stand.abw.		18
	Mitte+2xStabw		44	Mitte+2xStabw		4

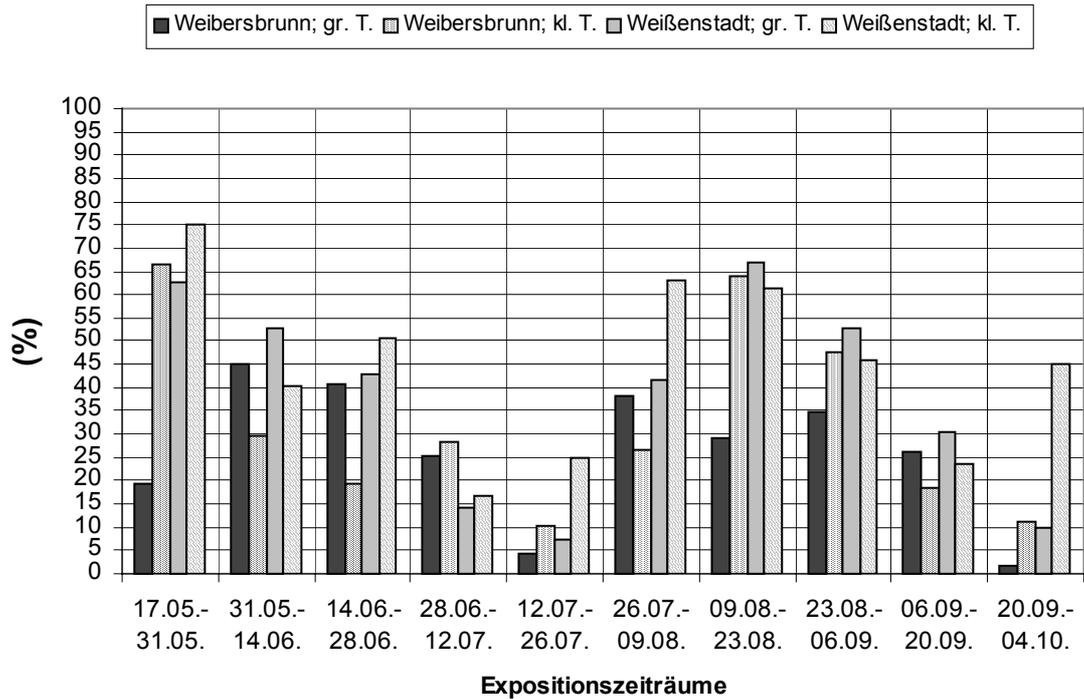


Abb. 3.5.3-1: Schädigung von großem und kleinem Tabak BEL W3: Standortmittelwerte 2000 in Weibersbrunn und Weißenstadt

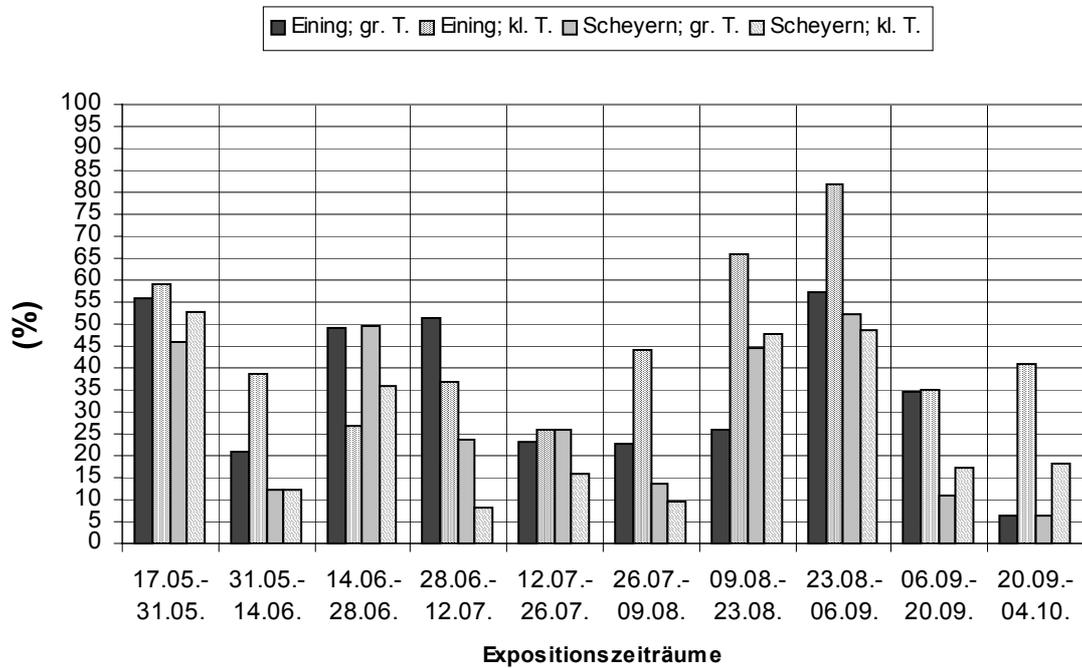


Abb. 3.5.3-2: Schädigung von großem und kleinem Tabak BEL W3: Standortmittelwerte 2000 in Eining und Scheyern

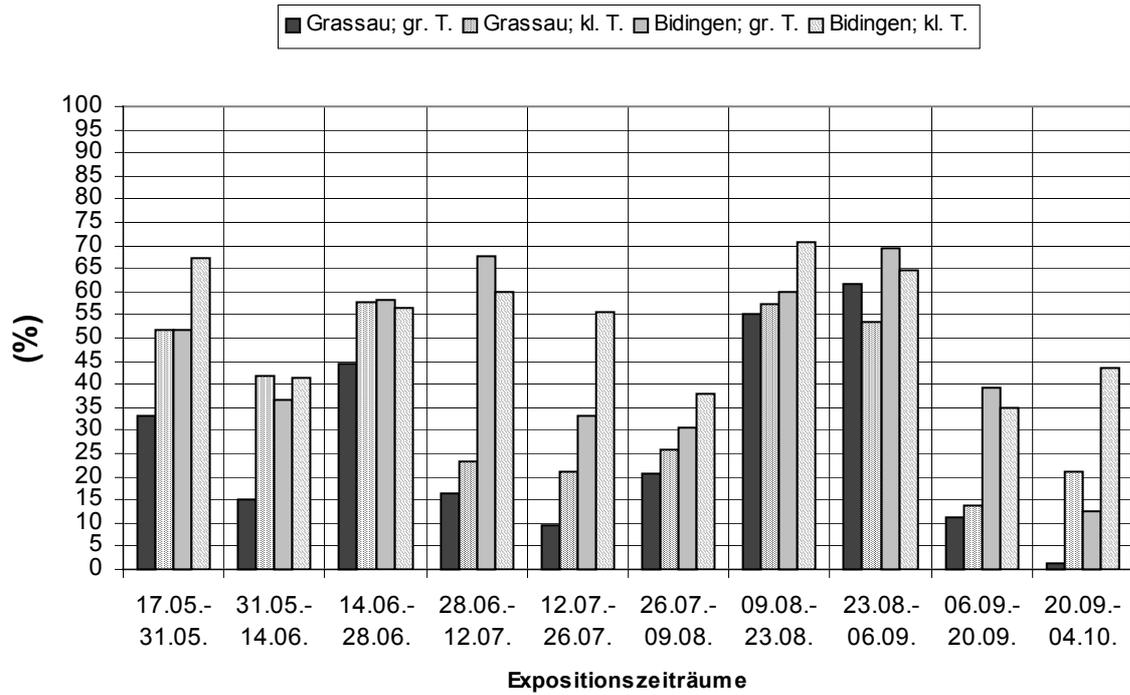


Abb. 3.5.3-3: Schädigung von großem und kleinem Tabak BEL W3: Standortmittelwerte 2000 in Grassau und Bidingen

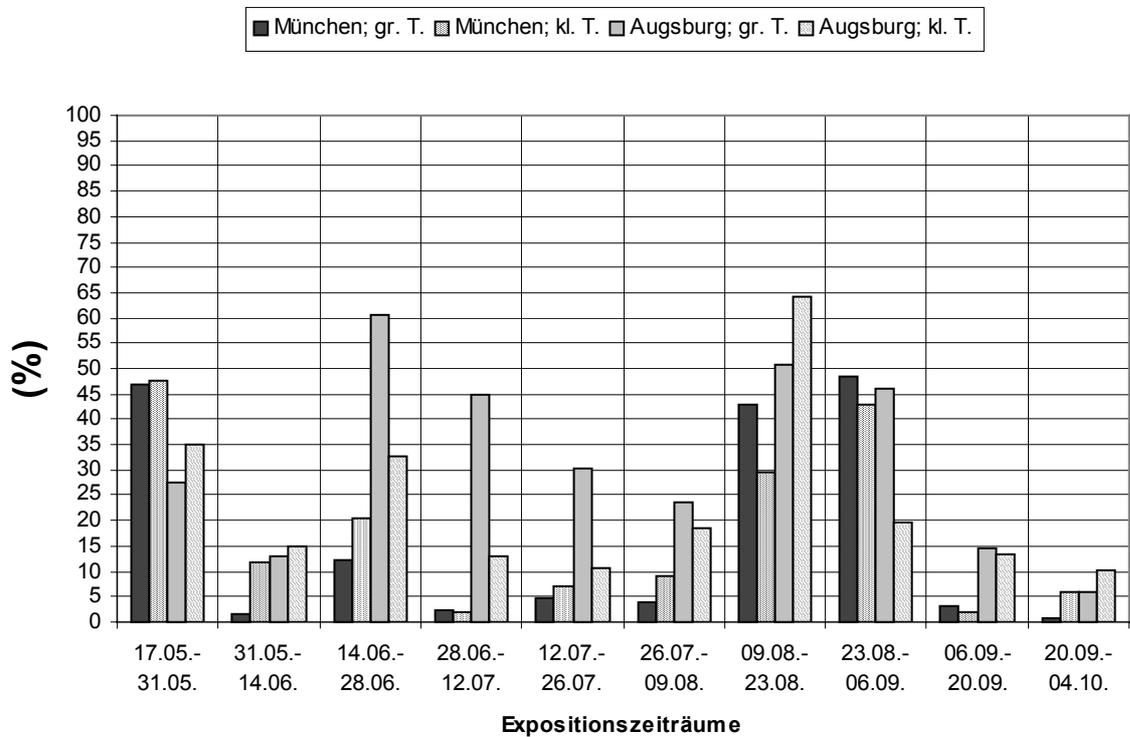


Abb. 3.5.3-4: Schädigung von großem und kleinem Tabak BEL W3: Standortmittelwerte 2000 in München und Augsburg

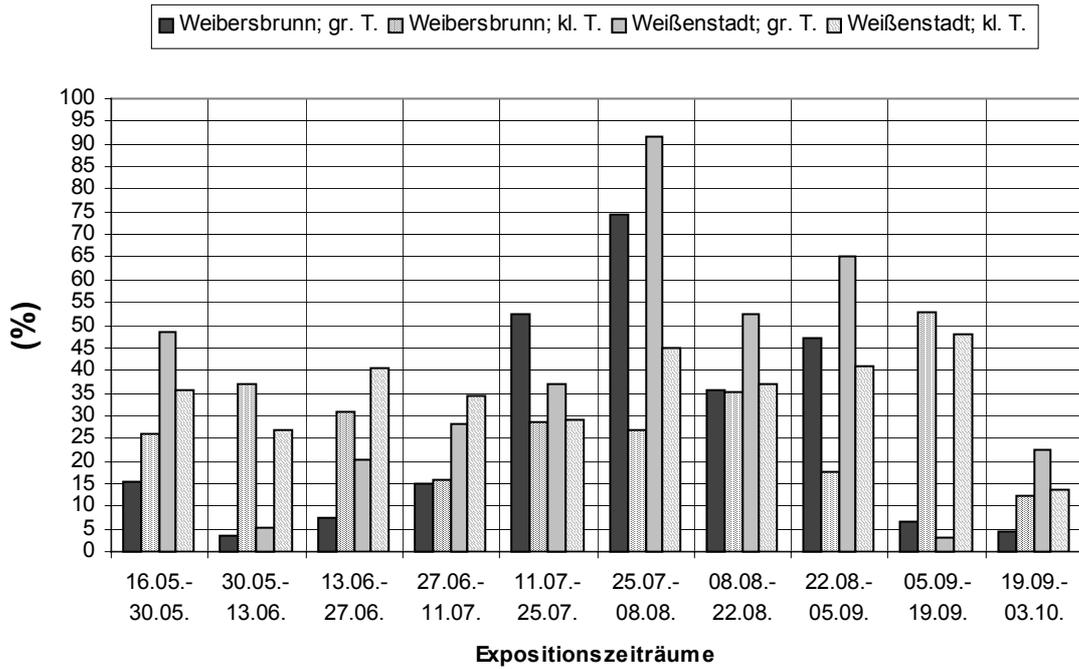


Abb. 3.5.3-5: Schädigung von großem und kleinem Tabak BEL W3: Standortmittelwerte 2001 in Weibersbrunn und Weißenstadt

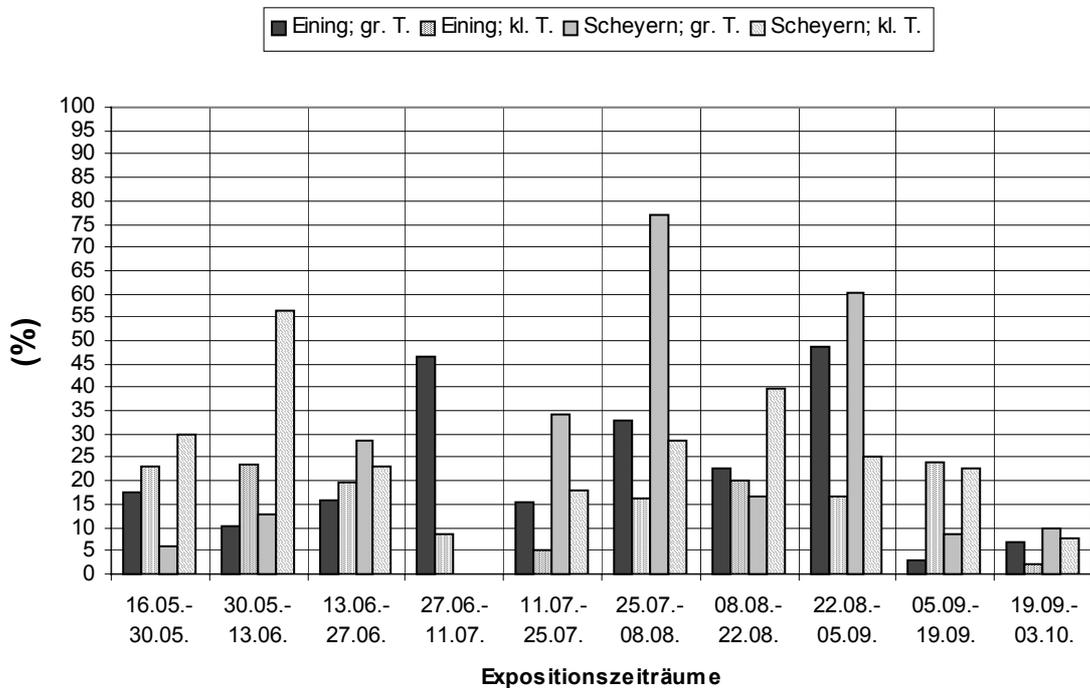


Abb. 3.5.3-6: Schädigung von großem und kleinem Tabak BEL W3: Standortmittelwerte 2001 in Eining und Scheyern

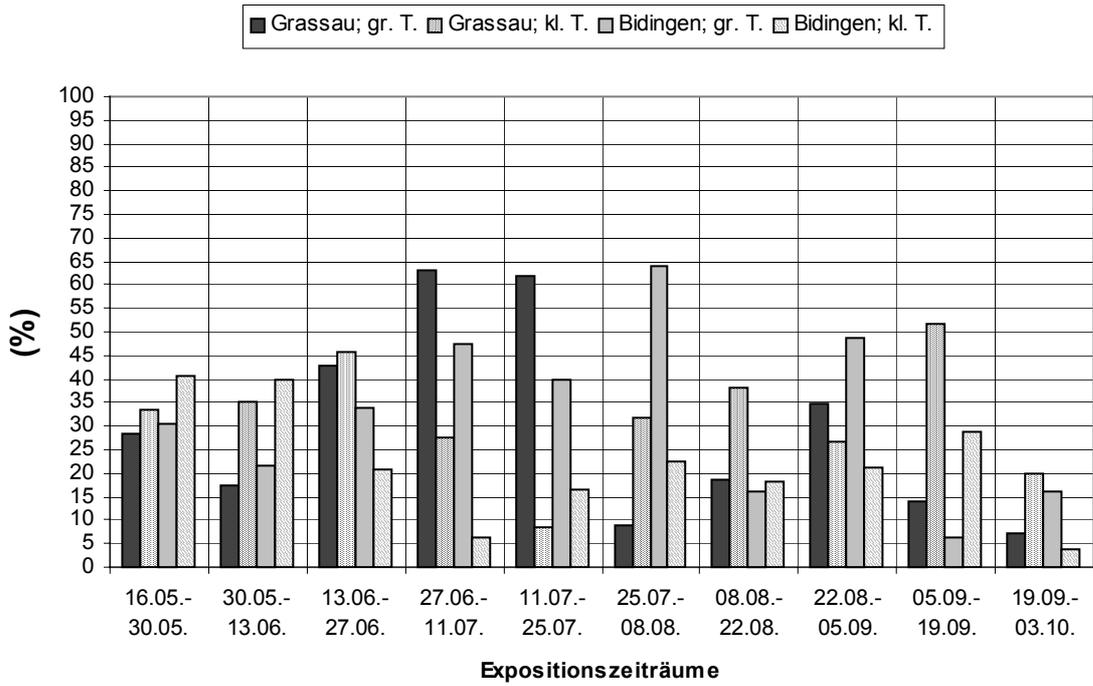


Abb. 3.5.3-7: Schädigung von großem und kleinem Tabak BEL W3: Standortmittelwerte 2001 in Grassau und Bidingen

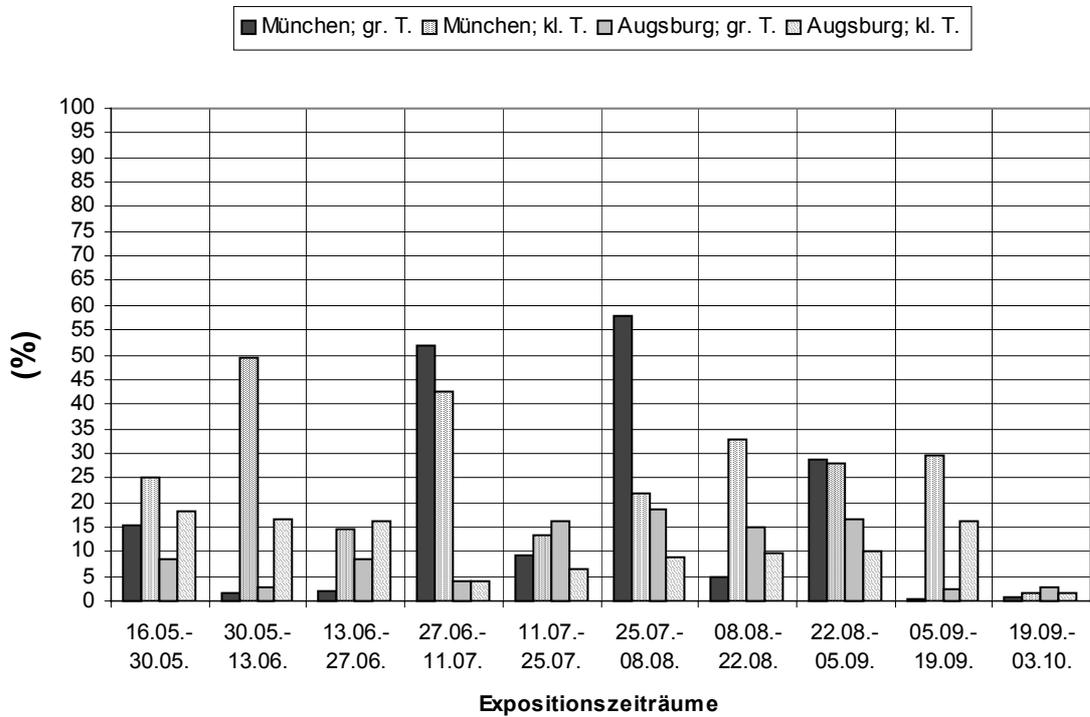


Abb. 3.5.3-8: Schädigung von großem und kleinem Tabak BEL W3: Standortmittelwerte 2001 in München und Augsburg

### Zeitverläufe der Schädigung des großen Tabaks

In den **Tabellen 3.5.3-2 bis 3.5.3-4** sowie in den **Abbildungen 3.5.3-9 bis 3.5.3-12** (für 2000), **3.5.3-13 bis 3.5.3-16** (für 2001) und **3.5.3-17 bis 3.5.3-20** (für 2002) sind die Zeitverläufe der Schäden am großen Tabak nach Dauerbeobachtungsstationen zusammengefasst dargestellt:

- Abb. 3.5.3-9: 2000 Weibersbrunn und Weißenstadt,
- Abb. 3.5.3-10: 2000 Eining und Scheyern,
- Abb. 3.5.3-11: 2000 Grassau und Bidingen,
- Abb. 3.5.3-12: 2000 München und Augsburg,
- Abb. 3.5.3-13: 2001 Weibersbrunn und Weißenstadt,
- Abb. 3.5.3-14: 2001 Eining und Scheyern,
- Abb. 3.5.3-15: 2001 Grassau und Bidingen,
- Abb. 3.5.3-16: 2001 München und Augsburg,
- Abb. 3.5.3-17: 2002 Weibersbrunn und Weißenstadt / Kulmbach,
- Abb. 3.5.3-18: 2002 Eining und Scheyern,
- Abb. 3.5.3-19: 2002 Grassau und Bidingen,
- Abb. 3.5.3-20: 2002 München und Augsburg.

Der große Tabak war bisher die Standardmethode. Da anhand aller vorliegenden Daten zum kleinen Tabak keine Korrelation hergestellt werden kann, beschränkt sich die weitere Auswertung auf die Methode mit großem Tabak.

Es werden auch schon die Werte des Expositionszeitraumes 2002 ausgewertet. Die Dauerbeobachtungsstation in Weißenstadt wurde zum Beginn der 3. Expositionsserie am 14.06.2002 nach Kulmbach an die Außenstelle des LfU verlegt und von DBS 206 nach DBS 209 umbenannt.

#### *Expositionszeitraum 2000*

Die Jahreskurven der beiden Dauerbeobachtungsstationen Weibersbrunn und Weißenstadt, die sich in Nordbayern auf Waldlichtungen im Spessart und im Fichtelgebirge befinden, verlaufen nicht ganz parallel zueinander. Während in Weibersbrunn Schädigungsspitzen Mitte / Ende Juni (45%/40%) und Anfang August (38%) auftraten, gab es in Weißenstadt Spitzenwerte Ende Mai (62%) und Mitte August (67%) (**Abb. 3.5.3-9**). Bei den beiden mittelbayerischen Dauerbeobachtungsstationen Eining und Scheyern, jeweils in landwirtschaftlich geprägten Gebieten gelegen, zeigen sich mäßig gute Übereinstimmungen im Jahresverlauf der Schädigungen. Die Spitzenwerte Ende Mai (56%/46%), Ende Juni (49%) und Anfang September (57%/52%) stimmen relativ gut überein (**Abb. 3.5.3-10**). Die beiden Dauerbeobachtungsstationen Grassau und Bidingen in Südbayern weisen einen nahezu parallelen Verlauf der Kurven auf. Es gibt zwei Schädigungsspitzen Ende Juni / Anfang Juli (44%/68%) und Anfang September (62%/69%) (**Abb. 3.5.3-11**). Bei den beiden städtischen Dauerbeobachtungsstationen in München und Augsburg zeigen die Kurven erst im letzten Drittel einen parallelen Verlauf. In München gibt es zwei Spitzen Ende Mai (47%) und Anfang September (48%). Augsburg hat ebenfalls zwei Schädigungsspitzen. Allerdings liegen diese Ende Juni (61%) und Ende August (51%) (**Abb. 3.5.3-12**).

#### *Expositionszeitraum 2001*

Für 2001 zeigt sich in Weibersbrunn und Weißenstadt ein nahezu paralleler Verlauf der Kurven. Beide Standorte weisen deutliche Spitzenwerte Anfang August (74%/92%) und Anfang September (47%/65%) auf (**Abb. 3.5.3-13**). Bei den Standorten Eining und Scheyern verlaufen die Kurven recht übereinstimmend mit Spitzen Anfang August (33%/77%), sowie Anfang September (49%/60%). Der Spitzenwert Anfang Juli in Eining kann nicht mit Scheyern verglichen werden, da dort das Ozonfächergestell umstürzte und somit die Pflanzen nicht bonitiert werden konnten (**Abb.**

**3.5.3-14).** In Grassau und Bidingen zeigt sich beim Vergleich der Standorte keine gute Übereinstimmung der Verläufe und Schädigungsspitzen. Nur Anfang September weisen beide Kurven übereinstimmend einen Spitzenwert (35%/49%) auf, während in Bidingen Anfang August (64%) und in Grassau noch Anfang und Ende Juli (63%, 62%) Spitzen auftreten (**Abb. 3.5.3-15**). Auch in München und Augsburg verlaufen die Kurven nicht parallel zueinander. Während in München die Kurve deutliche Amplituden Anfang Juli (52%), Anfang August (58%) und Anfang September (29%) zeigt, verläuft die Kurve für Augsburg ohne nennenswerte Ausschläge auf ungewöhnlich niedrigem Niveau (**Abb. 3.5.3-16**).

#### *Expositionszeitraum 2002*

Die Jahreskurven für Weibersbrunn und Weißenstadt/Kulmbach verlaufen nur phasenweise parallel. Die Spitzenwerte der zwei Stationen stimmen nicht überein. In Weibersbrunn liegen die Spitzen Mitte Juni (44%) und Anfang September (61%). Kulmbach zeigt eine deutliche Spitze Ende August (38%) (**Abb. 3.5.3-17**). Die Dauerbeobachtungsstationen Eining und Scheyern zeigen so gut wie keine Übereinstimmung der Kurvenverläufe. Während der Spitzenwert in Eining Anfang September (73%) liegt, hat Scheyern seinen Ende August (61%) (**Abb. 3.5.3-18**). In Grassau und Bidingen verlaufen die Kurven mäßig parallel. Allerdings liegen die Spitzenwerte übereinstimmend Ende Juni (64%/31%) und Anfang September (71%/64%) (**Abb. 3.5.3-19**). Die Kurven der Stationen München und Augsburg stimmen weder beim Verlauf noch bei den Spitzenwerten miteinander überein. München weist einen sehr flachen Verlauf ohne nennenswerten Spitzenwert auf. Augsburg zeigt zwei deutliche Amplituden Ende Juni (29%) und Mitte September (25%) (**Abb. 3.5.3-20**).

Tab. 3.5.3-2: Schädigung von großem und kleinem Tabak BEL W3 (in %) 2000 an den bayerischen Dauerbeobachtungsstationen

2000	Tabak BEL W3	Weibersbrunn	Weißensstadt	Eining	Scheyern	Grassau	Bidingen	München	Augsburg
1. Serie 17.05.-31.05.	Stationsmittel Einzelpfl. Min. - Max.	19 10 - 32	63 48 - 87	56 50 - 72	46 19 - 69	33 3 - 61	52 25 - 73	47 16 - 82	28 17 - 43
2. Serie 31.05.-14.06.	Stationsmittel Einzelpfl. Min. - Max.	45 22 - 59	53 40 - 65	21 4 - 37	12 30 - 74	15 4 - 26	37 25 - 48	1 1 - 2	13 4 - 24
3. Serie 14.06.-28.06.	Stationsmittel Einzelpfl. Min. - Max.	41 31 - 49	43 29 - 58	49 26 - 62	50 5 - 26	44 1 - 59	58 34 - 70	12 5 - 16	61 41 - 76
4. Serie 28.06.-12.07.	Stationsmittel Einzelpfl. Min. - Max.	25 14 - 40	14 2 - 36	51 36 - 77	24 12 - 34	16 7 - 26	68 60 - 79	3 1 - 4	45 24 - 60
5. Serie 12.07.-26.07.	Stationsmittel Einzelpfl. Min. - Max.	5 1 - 8	8 4 - 16	23 14 - 40	26 16 - 44	10 5 - 13	33 22 - 53	5 2 - 8	31 23 - 37
6. Serie 26.07.-09.08.	Stationsmittel Einzelpfl. Min. - Max.	38 27 - 52	42 19 - 60	23 17 - 35	14 9 - 18	21 11 - 35	31 20 - 42	4 1 - 8	24 16 - 33
7. Serie 09.08.-23.08.	Stationsmittel Einzelpfl. Min. - Max.	29 6 - 47	67 52 - 76	26 5 - 70	44 32 - 56	55 43 - 67	60 19 - 91	43 13 - 73	51 35 - 63
8. Serie 23.08.-06.09.	Stationsmittel Einzelpfl. Min. - Max.	35 26 - 47	53 35 - 83	57 42 - 67	52 40 - 66	62 35 - 84	69 55 - 82	48 39 - 58	46 18 - 67
9. Serie 06.09.-20.09.	Stationsmittel Einzelpfl. Min. - Max.	26 11 - 42	30 16 - 39	34 14 - 46	11 8 - 18	11 6 - 15	39 22 - 50	3 0 - 8	15 11 - 19
10. Serie 20.09.-04.10.	Stationsmittel Einzelpfl. Min. - Max.	2 0 - 5	10 1 - 25	6 3 - 13	6 1 - 12	1 1 - 3	12 5 - 26	1 0 - 1	6 5 - 10
<b>2000</b>	<b>Jahresmittel</b>	<b>27</b>	<b>38</b>	<b>35</b>	<b>29</b>	<b>27</b>	<b>46</b>	<b>17</b>	<b>32</b>
<b>Schädigung in %</b>	<b>Jahres- Minimum</b>	<b>0</b>	<b>1</b>	<b>3</b>	<b>1</b>	<b>1</b>	<b>5</b>	<b>0</b>	<b>4</b>
	<b>Jahres- Maximum</b>	<b>59</b>	<b>87</b>	<b>77</b>	<b>74</b>	<b>84</b>	<b>91</b>	<b>82</b>	<b>76</b>
2000	kl. Tabak BEL W3	Weibersbrunn	Weißensstadt	Eining	Scheyern	Grassau	Bidingen	München	Augsburg
1. Serie 17.05.-31.05.	Stationsmittel Einzelpfl. Min. - Max.	67 53 - 80	75 59 - 92	59 47 - 71	53 43 - 63	52 51 - 53	67 63 - 71	48 42 - 53	35 15 - 55
2. Serie 31.05.-14.06.	Stationsmittel Einzelpfl. Min. - Max.	30 16 - 43	40 26 - 55	39 20 - 57	12 8 - 16	42 34 - 50	41 37 - 46	12 3 - 21	15 9 - 22
3. Serie 14.06.-28.06.	Stationsmittel Einzelpfl. Min. - Max.	20 14 - 25	51 47 - 54	27 16 - 38	36 30 - 42	58 45 - 71	57 56 - 58	20 17 - 24	33 29 - 37
4. Serie 28.06.-12.07.	Stationsmittel Einzelpfl. Min. - Max.	28 23 - 34	17 11 - 23	37 35 - 39	8 6 - 10	23 23 - 24	60 54 - 65	2 1 - 3	13 11 - 15
5. Serie 12.07.-26.07.	Stationsmittel Einzelpfl. Min. - Max.	10 8 - 13	25 23 - 27	26 21 - 31	16 13 - 19	21 16 - 26	56 51 - 60	7 6 - 9	11 8 - 13
6. Serie 26.07.-09.08.	Stationsmittel Einzelpfl. Min. - Max.	27 22 - 32	63 57 - 70	44 40 - 48	10 1 - 18	26 19 - 32	38 35 - 41	9 9 - 10	18 11 - 26
7. Serie 09.08.-23.08.	Stationsmittel Einzelpfl. Min. - Max.	64 55 - 73	61 40 - 83	66 51 - 81	48 25 - 71	57 45 - 70	71 66 - 75	29 33 - 26	64 48 - 80
8. Serie 23.08.-06.09.	Stationsmittel Einzelpfl. Min. - Max.	48 45 - 51	46 42 - 50	82 76 - 88	49 39 - 59	53 40 - 67	65 63 - 67	43 40 - 46	20 18 - 22
9. Serie 06.09.-20.09.	Stationsmittel Einzelpfl. Min. - Max.	19 14 - 24	24 21 - 27	35 28 - 42	17 11 - 24	14 8 - 20	35 31 - 39	2 2 - 3	13 13 - 14
10. Serie 20.09.-04.10.	Stationsmittel Einzelpfl. Min. - Max.	11 8 - 15	45 32 - 59	41 30 - 53	18 15 - 21	21 17 - 26	44 38 - 49	6 1 - 10	10 5 - 16
<b>2000</b>	<b>Jahresmittel</b>	<b>32</b>	<b>45</b>	<b>45</b>	<b>27</b>	<b>37</b>	<b>53</b>	<b>18</b>	<b>23</b>
<b>Schädigung in %</b>	<b>Jahres- Minimum</b>	<b>8</b>	<b>11</b>	<b>16</b>	<b>1</b>	<b>8</b>	<b>31</b>	<b>1</b>	<b>5</b>
	<b>Jahres- Maximum</b>	<b>80</b>	<b>92</b>	<b>88</b>	<b>71</b>	<b>71</b>	<b>75</b>	<b>53</b>	<b>80</b>

Tab. 3.5.3-3: Schädigung von großem und kleinem Tabak BEL W3 (in %) 2001 an den bayerischen Dauerbeobachtungsstationen

2001	Tabak BEL W3	Weibersbrunn	Weißensstadt	Eining	Scheyern	Grassau	Bidingen	München	Augsburg
1. Serie 16.05.-30.05.	Stationsmittel Einzelpfl. Min. - Max.	15 11 - 20	48 41 - 56	18 16 - 19	6 2 - 9	28 16 - 41	31 28 - 33	15 15 - 16	8,6 8 - 9
2. Serie 30.05.-13.06.	Stationsmittel Einzelpfl. Min. - Max.	3 3 - 4	5 3 - 7	10 8 - 13	13 9 - 17	17 17 - 17	22 13 - 31	2 1 - 2	3,0 3 - 3
3. Serie 13.06.-27.06.	Stationsmittel Einzelpfl. Min. - Max.	7 4 - 11	20 1 - 40	16 12 - 19	29 27 - 31	43 40 - 46	34 32 - 36	2 2 - 2	8,4 8 - 9
4. Serie 27.06.-11.07.	Stationsmittel Einzelpfl. Min. - Max.	15 3 - 27	28 20 - 36	47 38 - 55		63 54 - 72	48 41 - 54	52 42 - 62	4 0 - 7
5. Serie 11.07.-25.07.	Stationsmittel Einzelpfl. Min. - Max.	52 43 - 62	37 19 - 54	15 6 - 24	34 25 - 44	62 54 - 69	40 34 - 46	10 5 - 14	16 6 - 27
6. Serie 25.07.-08.08.	Stationsmittel Einzelpfl. Min. - Max.	75 57 - 93	92 86 - 97	33 3 - 63	77 70 - 84	9 9 - 9	64 50 - 78	58 57 - 59	19 17 - 20
7. Serie 08.08.-22.08.	Stationsmittel Einzelpfl. Min. - Max.	36 32 - 40	53 32 - 73	23 10 - 35	17 8 - 25	19 8 - 29	16 16 - 17	5 1 - 9	15 11 - 19
8. Serie 22.08.-05.09.	Stationsmittel Einzelpfl. Min. - Max.	47 47 - 47	65 58 - 72	49 39 - 58	60 45 - 75	35 20 - 50	49 37 - 60	29 27 - 31	17 12 - 21
9. Serie 05.09.-19.09.	Stationsmittel Einzelpfl. Min. - Max.	7 5 - 8	3 3 - 3	3 3 - 3	9 7 - 10	14 14 - 15	6 3 - 10	1 1 - 1	2 1 - 4
10. Serie 19.09.-03.10.	Stationsmittel Einzelpfl. Min. - Max.	4 1 - 7	22 9 - 36	7 5 - 9	10 6 - 14	7 7 - 8	16 12 - 21	1 1 - 1	3 2 - 4
<b>2001</b>	<b>Jahresmittel</b>	<b>26</b>	<b>37</b>	<b>22</b>	<b>28</b>	<b>30</b>	<b>32</b>	<b>17</b>	<b>10</b>
<b>Schädigung</b>	<b>Jahres-</b>	<b>1</b>	<b>1</b>	<b>3</b>	<b>2</b>	<b>7</b>	<b>3</b>	<b>1</b>	<b>0</b>
<b>in %</b>	<b>Maximum</b>	<b>93</b>	<b>97</b>	<b>63</b>	<b>84</b>	<b>72</b>	<b>78</b>	<b>62</b>	<b>27</b>
2001	kl. Tabak BEL W3	Weibersbrunn	Weißensstadt	Eining	Scheyern	Grassau	Bidingen	München	Augsburg
1. Serie 16.05.-30.05.	Stationsmittel Einzelpfl. Min. - Max.	26 12 - 38	36 16 - 46	23 12 - 36	30 18 - 40	33 12 - 55	40 21 - 51	25 11 - 44	18 14 - 27
2. Serie 30.05.-13.06.	Stationsmittel Einzelpfl. Min. - Max.	37 19 - 63	27 1 - 47	24 9 - 41	57 25 - 93	35 11 - 62	40 28 - 51	49 37 - 58	17 7 - 28
3. Serie 13.06.-27.06.	Stationsmittel Einzelpfl. Min. - Max.	31 21 - 38	40 27 - 49	20 5 - 34	23 2 - 39	46 29 - 62	21 9 - 39	14 9 - 18	16 7 - 28
4. Serie 27.06.-11.07.	Stationsmittel Einzelpfl. Min. - Max.	16 5 - 27	35 25 - 53	8 4 - 17		28 16 - 39	6 3 - 9	43 27 - 53	4 2 - 5
5. Serie 11.07.-25.07.	Stationsmittel Einzelpfl. Min. - Max.	29 15 - 43	29 13 - 37	5 1 - 15	18 9 - 33	8 4 - 17	16 2 - 29	14 9 - 21	7 4 - 9
6. Serie 25.07.-08.08.	Stationsmittel Einzelpfl. Min. - Max.	27 20 - 32	45 26 - 68	16 11 - 32	29 15 - 55	32 16 - 45	22 12 - 38	22 13 - 46	9 6 - 11
7. Serie 08.08.-22.08.	Stationsmittel Einzelpfl. Min. - Max.	35 20 - 42	37 24 - 49	20 8 - 64	40 3 - 67	38 24 - 45	18 12 - 25	33 24 - 44	10 6 - 14
8. Serie 22.08.-05.09.	Stationsmittel Einzelpfl. Min. - Max.	18 8 - 31	41 34 - 47	17 9 - 28	25 17 - 35	27 18 - 44	21 12 - 33	28 21 - 49	10 5 - 14
9. Serie 05.09.-19.09.	Stationsmittel Einzelpfl. Min. - Max.	53 20 - 92	48 27 - 68	24 10 - 46	23 10 - 42	52 39 - 60	29 12 - 64	29 11 - 64	16 10 - 23
10. Serie 19.09.-03.10.	Stationsmittel Einzelpfl. Min. - Max.	12 5 - 21	14 8 - 20	2 1 - 4	8 5 - 11	20 11 - 47	4 2 - 7	2 0 - 3	2 1 - 3
<b>2001</b>	<b>Jahresmittel</b>	<b>28</b>	<b>35</b>	<b>16</b>	<b>28</b>	<b>32</b>	<b>22</b>	<b>26</b>	<b>11</b>
<b>Schädigung</b>	<b>Jahres-</b>	<b>5</b>	<b>1</b>	<b>1</b>	<b>2</b>	<b>4</b>	<b>2</b>	<b>0</b>	<b>1</b>
<b>in %</b>	<b>Maximum</b>	<b>92</b>	<b>68</b>	<b>64</b>	<b>93</b>	<b>62</b>	<b>64</b>	<b>64</b>	<b>28</b>

Tab. 3.5.3-4: Schädigung von großem Tabak BEL W3 und Kleiner Brennnessel (in %) 2002 an den bayerischen Dauerbeobachtungsstationen

2002	Tabak BEL W3	Weibersbrunn	Kulmbach	Eining	Scheyern	Grassau	Bidingen	München	Augsburg
1. Serie 15.05.-29.05.	Stationsmittel Einzelpfl. Min. - Max.	15 13 - 18	6 4 - 8	11 11 - 11	27 26 - 29	14 13 - 16	23 22 - 23	11 10 - 13	13 12 - 15
2. Serie 29.05.-12.06.	Stationsmittel Einzelpfl. Min. - Max.	44 37 - 51	5 4 - 6	7 4 - 10	9 7 - 10	20 16 - 23	7 7 - 8	7 3 - 10	20 6 - 33
3. Serie 12.06.-26.06.	Stationsmittel Einzelpfl. Min. - Max.	39 34 - 44	12 11 - 13	4 3 - 5	33 10 - 55	64 47 - 81	31 10 - 52	2 1 - 3	29 26 - 33
4. Serie 26.06.-10.07.	Stationsmittel Einzelpfl. Min. - Max.	9 2 - 16	1 1 - 2	20 8 - 31	5 2 - 7	19 11 - 28	8 3 - 13	7 2 - 12	7 5 - 9
5. Serie 10.07.-24.07.	Stationsmittel Einzelpfl. Min. - Max.	19 10 - 28	7 7 - 8	17 12 - 23	39 39	19 12 - 25	10 8 - 11	9 8 - 11	7 5 - 10
6. Serie 24.07.-07.08.	Stationsmittel Einzelpfl. Min. - Max.	40 38 - 41	19 13 - 25	31 24 - 38	25 25	24 13 - 34	41 27 - 54	10 6 - 13	13 13 - 13
7. Serie 07.08.-21.08.	Stationsmittel Einzelpfl. Min. - Max.	37 31 - 43	38 15 - 61	22 12 - 33	61 50 - 72	24 13 - 36	52 44 - 59	1 1 - 1	15 7 - 24
8. Serie 21.08.-04.09.	Stationsmittel Einzelpfl. Min. - Max.	61 45 - 78	29 16 - 42	73 70 - 76	52 34 - 69	71 67 - 76	64 56 - 73	16 13 - 16	12 10 - 15
9. Serie 04.09.-18.09.	Stationsmittel Einzelpfl. Min. - Max.	61 60 - 62	31 25 - 37	56 54 - 59	46 43 - 50	23 10 - 35	49 38 - 60	14 12 - 16	25 22 - 18
10. Serie 18.09.-02.10.	Stationsmittel Einzelpfl. Min. - Max.	4 2 - 6	3 1 - 5	7 6 - 7	8 6 - 10	20 14 - 27	12 11 - 13	3 2 - 4	4 4 - 4
<b>2002</b>	<b>Jahresmittel</b>	<b>33</b>	<b>15</b>	<b>25</b>	<b>30</b>	<b>30</b>	<b>30</b>	<b>8</b>	<b>15</b>
<b>Schädigung</b>	<b>Jahres-Minimum</b>	<b>2</b>	<b>1</b>	<b>3</b>	<b>2</b>	<b>10</b>	<b>3</b>	<b>1</b>	<b>4</b>
<b>in %</b>	<b>Jahres-Maximum</b>	<b>78</b>	<b>61</b>	<b>76</b>	<b>72</b>	<b>81</b>	<b>73</b>	<b>16</b>	<b>33</b>
2002	Kleine Brennnessel	Weibersbrunn	Kulmbach	Eining	Scheyern	Grassau	Bidingen	München	Augsburg
1. Serie 15.05.-29.05.	Stationsmittel Einzelpfl. Min. - Max.	1 0 - 1	1 1 - 1	2 1 - 3	2 1 - 2	1 1 - 2	5 4 - 8	0 0 - 1	1 0 - 2
2. Serie 29.05.-12.06.	Stationsmittel Einzelpfl. Min. - Max.	0 0 - 1	1 0 - 3	1 0 - 2	5 2 - 9	3 2 - 4	3 2 - 3	0 0 - 1	1 0 - 1
3. Serie 12.06.-26.06.	Stationsmittel Einzelpfl. Min. - Max.	1 1 - 1	2 1 - 3	3 2 - 4	1 1 - 2	1 1 - 1	2 1 - 3	0 0 - 1	1 0 - 1
4. Serie 26.06.-10.07.	Stationsmittel Einzelpfl. Min. - Max.	1 0 - 1	1 1 - 2	3 1 - 6	2 1 - 3	1 1 - 2	3 2 - 5	0 0 - 0	0 0 - 1
5. Serie 10.07.-24.07.	Stationsmittel Einzelpfl. Min. - Max.	0 0 - 0	0 0 - 0	15 5 - 30	3 1 - 5	1 1 - 2	3 1 - 4	1 1 - 1	1 0 - 1
6. Serie 24.07.-07.08.	Stationsmittel Einzelpfl. Min. - Max.	1 0 - 1	1 1 - 1	2 1 - 5	1 1 - 2	0 0 - 0	1 0 - 2	1 1 - 1	1 0 - 1
7. Serie 07.08.-21.08.	Stationsmittel Einzelpfl. Min. - Max.	1 1 - 1	4 2 - 9	1 1 - 2	5 4 - 6	2 1 - 3	3 2 - 5	1 0 - 1	1 0 - 2
8. Serie 21.08.-04.09.	Stationsmittel Einzelpfl. Min. - Max.	1 1 - 2	3 2 - 3	4 3 - 5	1 1 - 2	1 1 - 1	1 1 - 1	1 0 - 2	2 0 - 4
9. Serie 04.09.-18.09.	Stationsmittel Einzelpfl. Min. - Max.	0 0 - 0	1 1 - 1	2 1 - 4	1 1 - 1	0 0 - 0	6 4 - 7	1 0 - 1	1 1 - 1
10. Serie 18.09.-02.10.	Stationsmittel Einzelpfl. Min. - Max.	1 1 - 1	1 0 - 1	3 3 - 3	1 0 - 1	3 1 - 5	5 3 - 7	1 0 - 2	2 1 - 2
<b>2002</b>	<b>Jahresmittel</b>	<b>1</b>	<b>2</b>	<b>4</b>	<b>2</b>	<b>1</b>	<b>3</b>	<b>1</b>	<b>1</b>
<b>Schädigung</b>	<b>Jahres-Minimum</b>	<b>0</b>							
<b>in %</b>	<b>Jahres-Maximum</b>	<b>2</b>	<b>9</b>	<b>30</b>	<b>9</b>	<b>5</b>	<b>8</b>	<b>2</b>	<b>4</b>

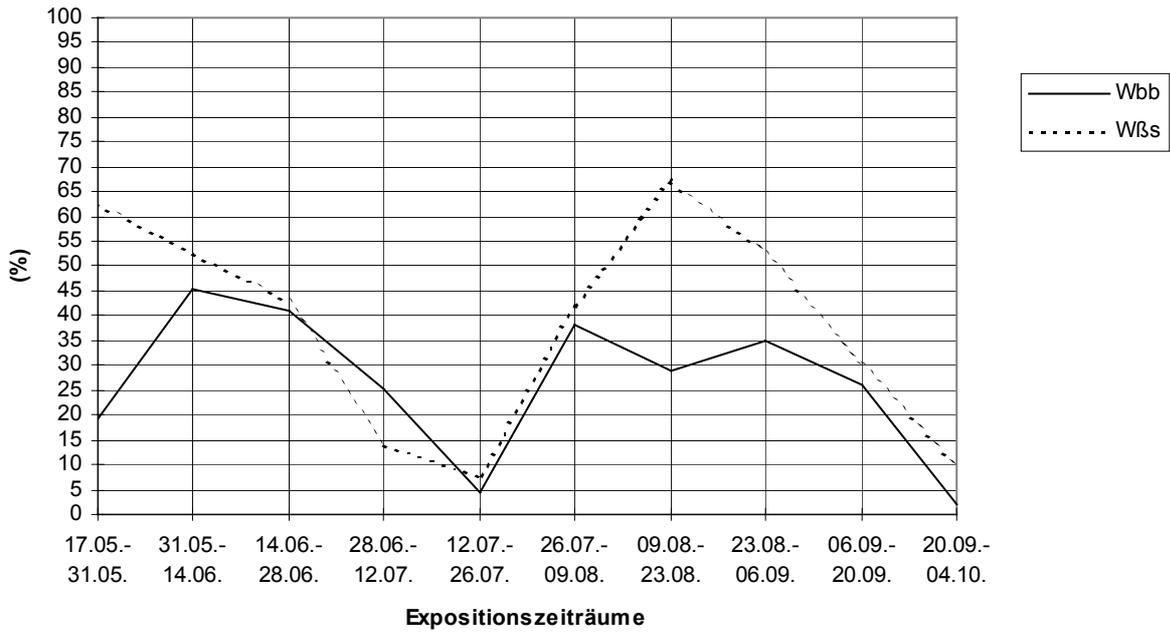


Abb. 3.5.3-9: Schädigung von Tabak BEL W3: Standortmittelwerte 2000 in Weibersbrunn (Wbb) und Weißenstadt (Wßs)

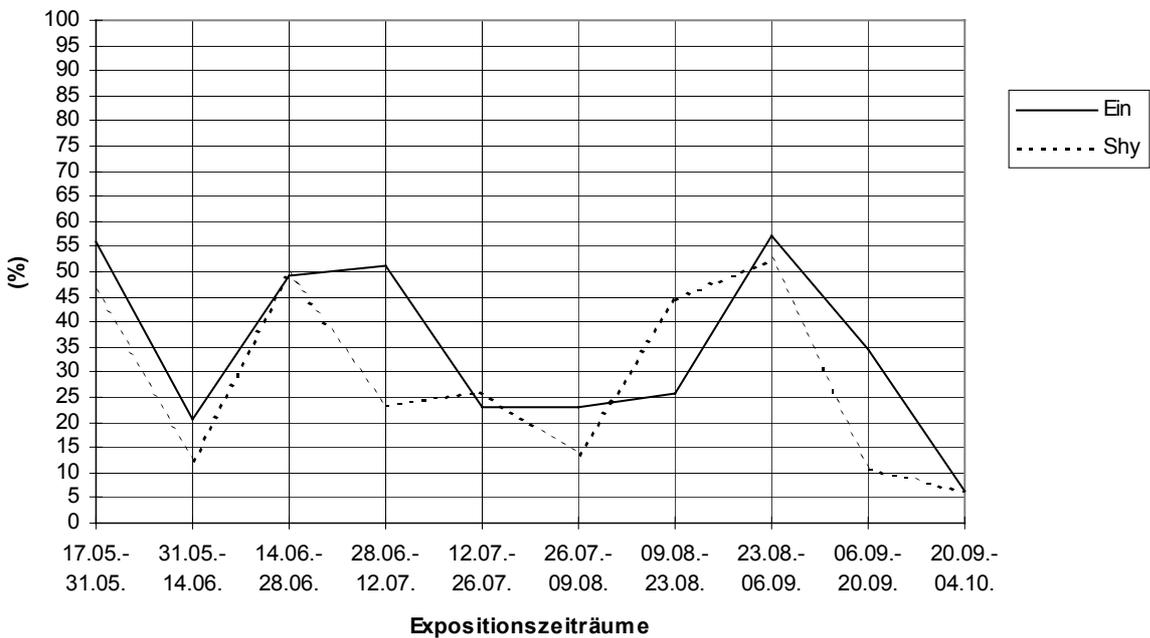


Abb. 3.5.3-10: Schädigung von Tabak BEL W3: Standortmittelwerte 2000 in Eining (Ein) und Scheyern (Shy)

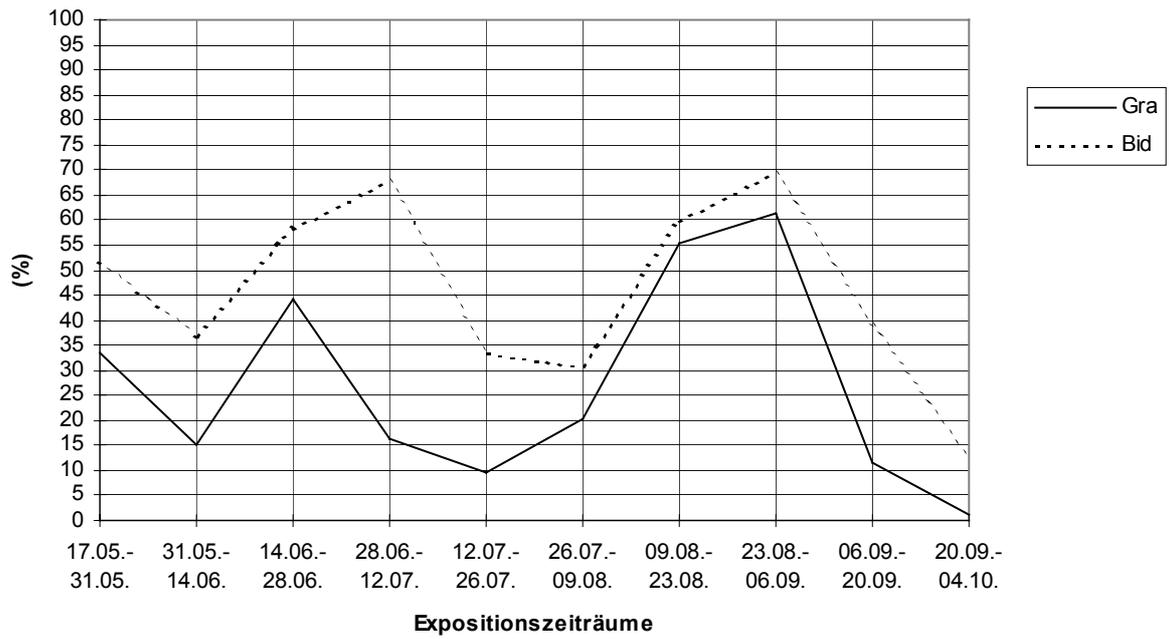


Abb. 3.5.3-11: Schädigung von Tabak BEL W3: Standortmittelwerte 2000 in Grassau (Gra) und Bidingen (Bid)

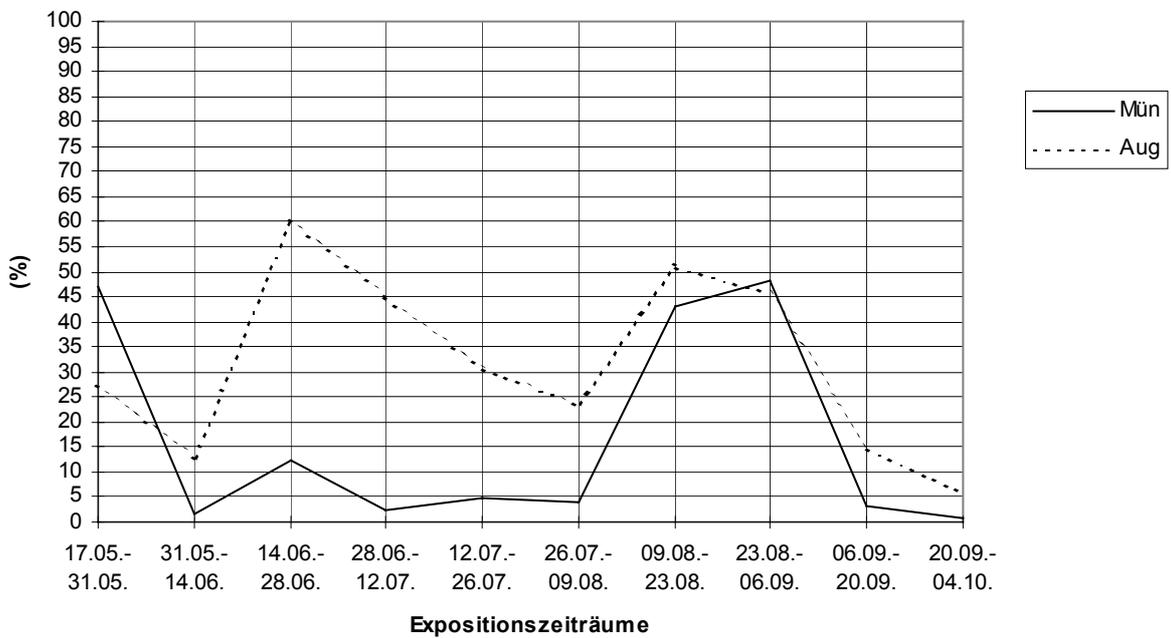


Abb. 3.5.3-12: Schädigung von Tabak BEL W3: Standortmittelwerte 2000 in München (Mün) und Augsburg (Aug)

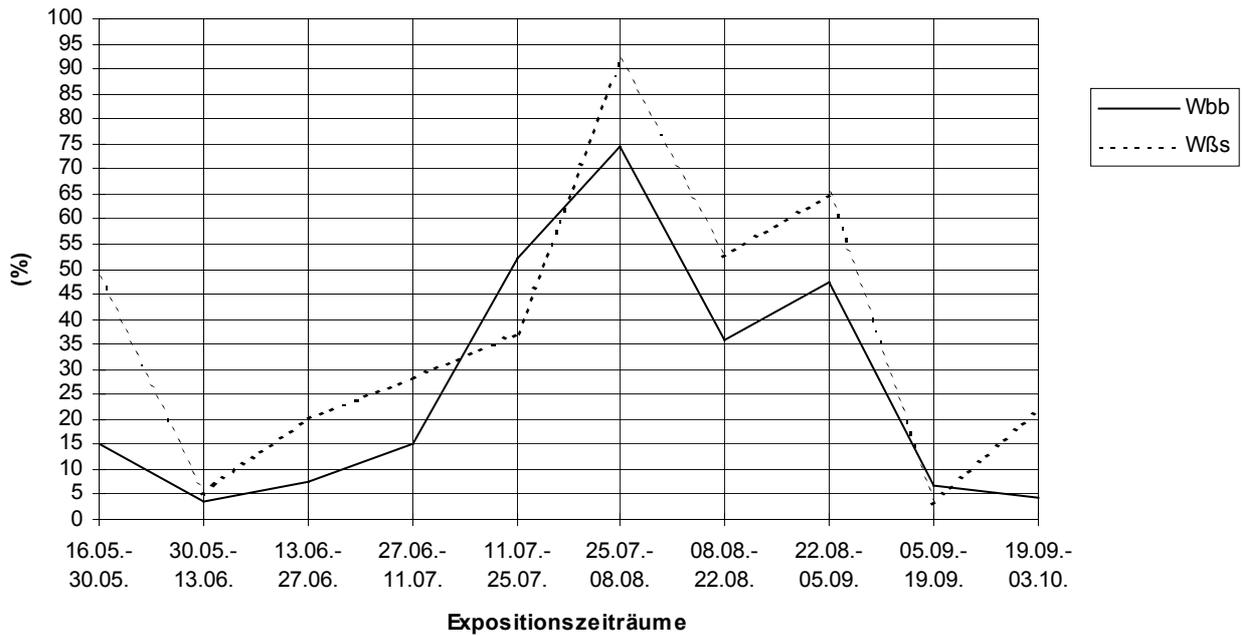


Abb. 3.5.3-13: Schädigung von Tabak BEL W3: Standortmittelwerte 2001 in Weibersbrunn (Wbb) und Weißenstadt (Wßs)

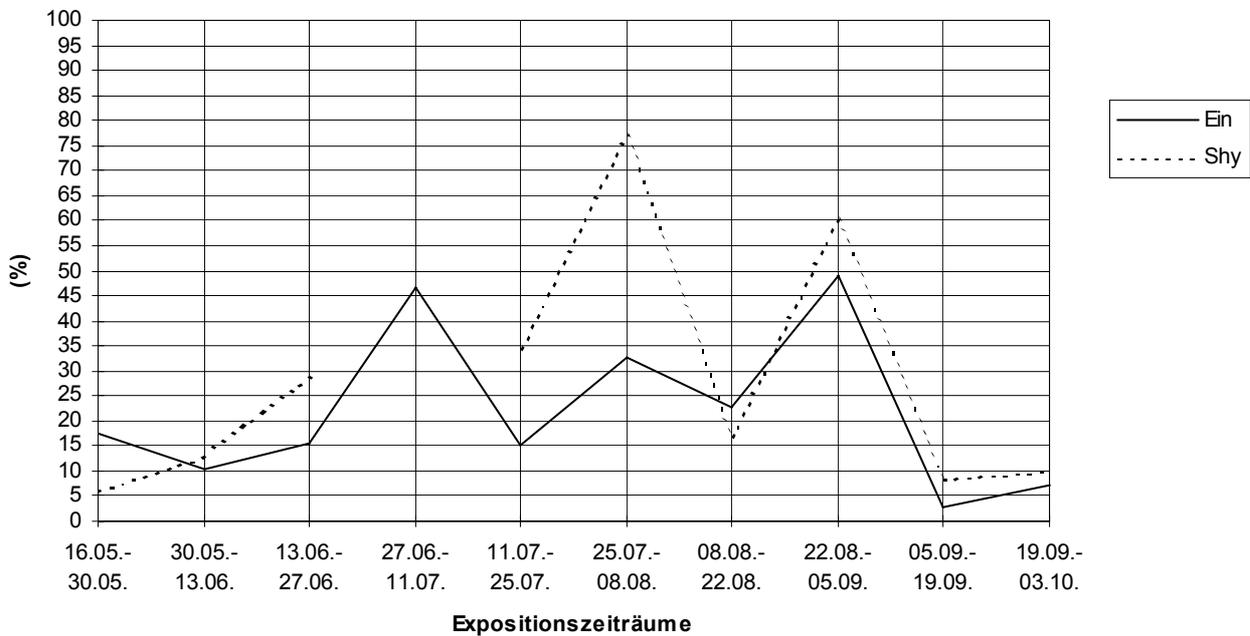


Abb. 3.5.3-14: Schädigung von Tabak BEL W3: Standortmittelwerte 2001 in Eining (Ein) und Scheyern (Shy)

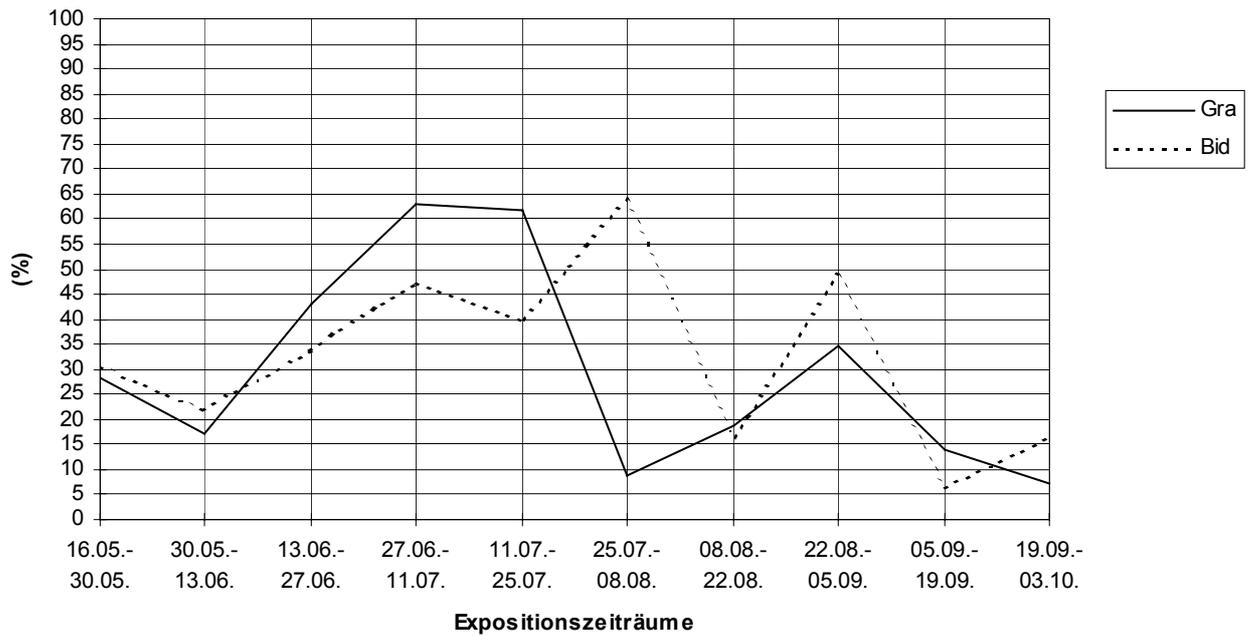


Abb. 3.5.3-15: Schädigung von Tabak BEL W3: Standortmittelwerte 2001 in Grassau (Gra) und Bidingen (Bid)

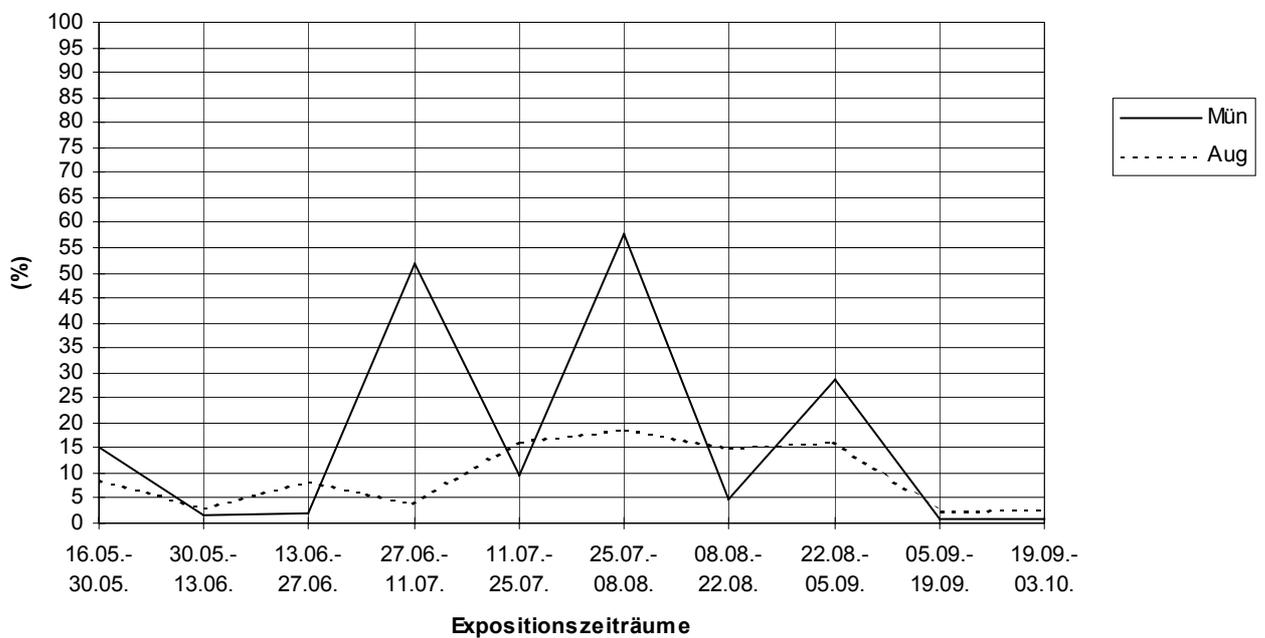


Abb. 3.5.3-16: Schädigung von Tabak BEL W3: Standortmittelwerte 2001 in München (Mün) und Augsburg (Aug)

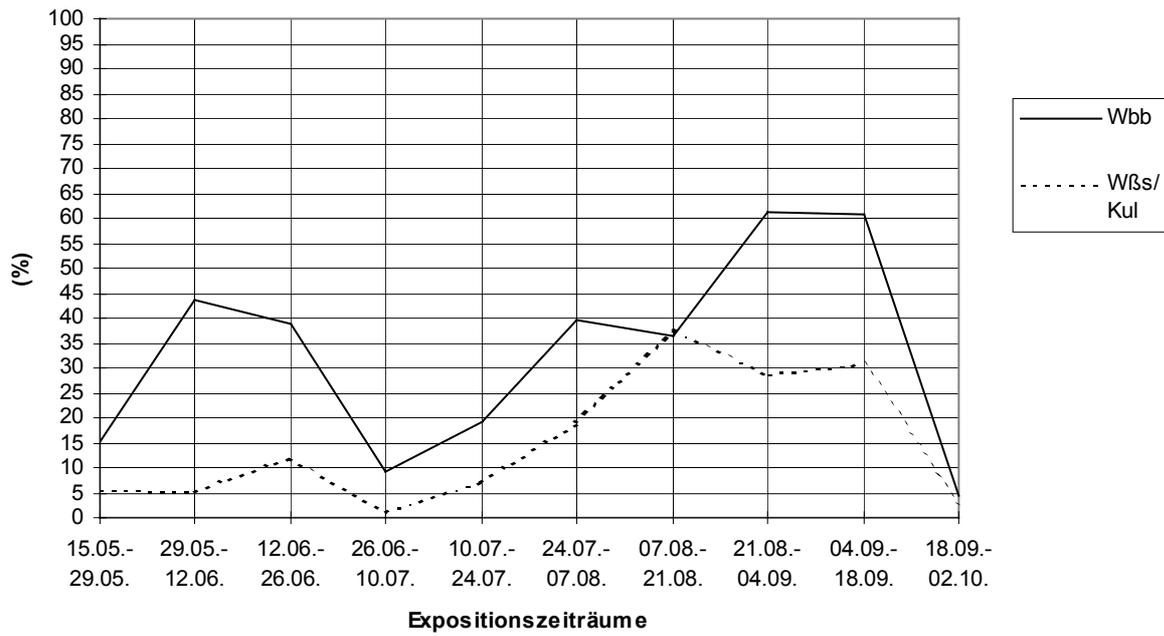


Abb. 3.5.3-17: Schädigung von Tabak BEL W3: Standortmittelwerte 2002 in Weibersbrunn (Wbb) und Weißenstadt/Kulmbach (Wßs/Kul)

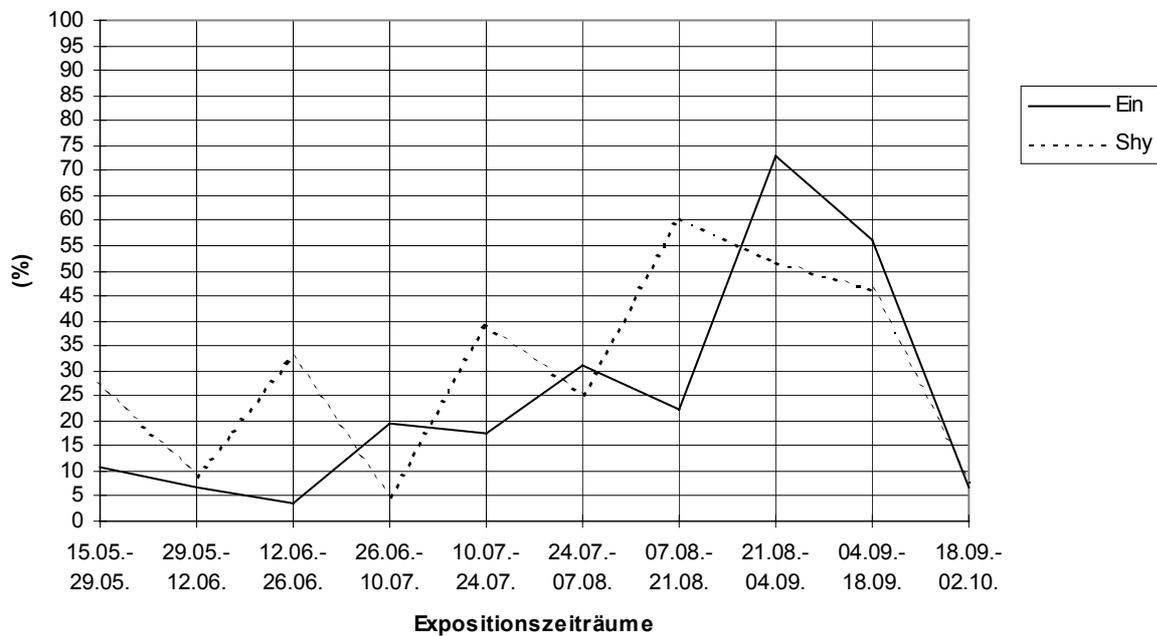


Abb. 3.5.3-18: Schädigung von Tabak BEL W3: Standortmittelwerte 2002 in Eining (Ein) und Scheyern (Shy)

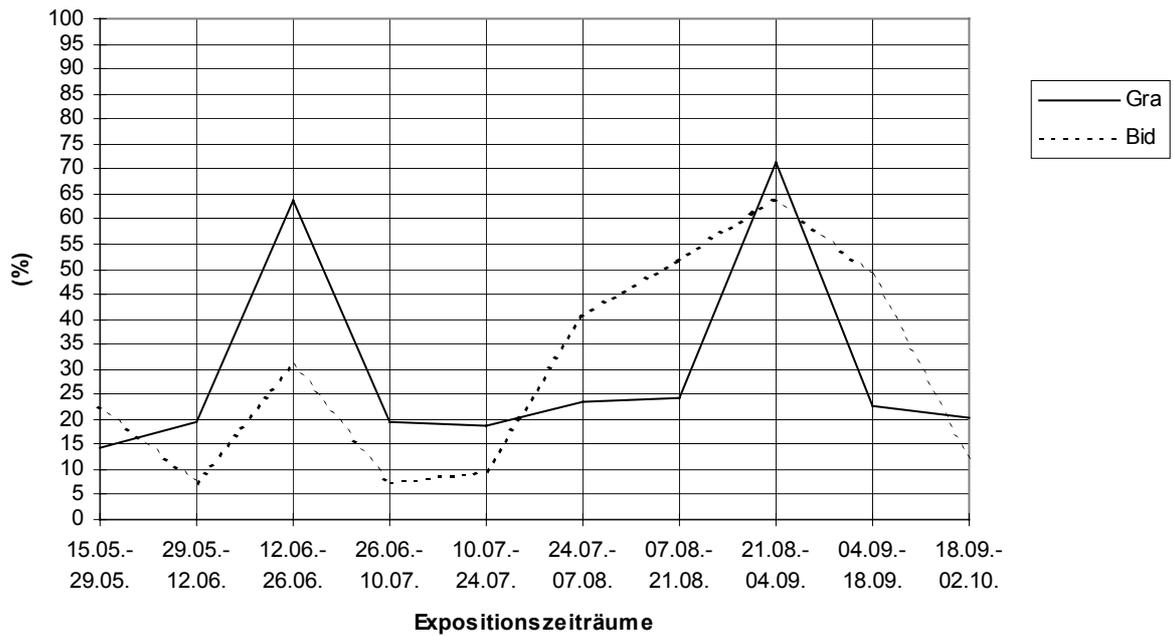


Abb. 3.5.3-19: Schädigung von Tabak BEL W3: Standortmittelwerte 2002 in Grassau (Gra) und Bidingen (Bid)

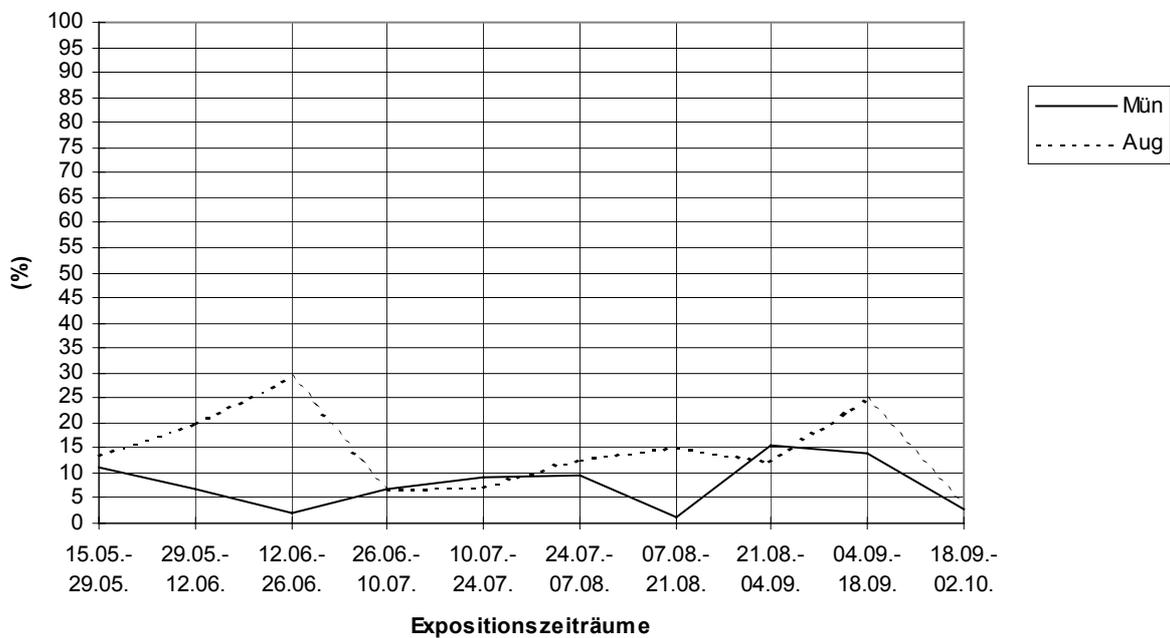


Abb. 3.5.3-20: Schädigung von Tabak BEL W3: Standortmittelwerte 2002 in München (Mün) und Augsburg (Aug)

### Zeitreihenanalyse

Aus den Schädigungen an den großen Tabakpflanzen jeder Station werden von Mitte Juni bis September Sommermittelwerte gebildet (**Tabelle 3.5.3-5**). Ab der 3. Serie bis einschließlich der 8. Serie treten die höchsten Schädigungen auf. Für die **Abbildung 3.5.3-21** wurden die Sommermittelwerte jeweils für die zwei nordbayerischen (Weibersbrunn, Weißenstadt/Kulmbach), mittelbayerischen (Eining, Scheyern) und südbayerischen (Grassau, Bidingen) ländlichen Standorte gemittelt und als Zeitreihen von 1995 bis 2002 in einem Diagramm dargestellt (**Abb. 3.5.3-21**).

Tab. 3.5.3-5: Schädigung von Tabak BEL W3: Sommermittelwerte in % (Mitte Juni bis September)

	Weibersbrunn	Weißenstadt	Eining	Scheyern	Grassau	Bidingen	München	Augsburg
<b>1995</b>	63	77	51	57	57		21	
<b>1996</b>	62	68	60	61	65		32	
<b>1997</b>	60	78	62	58	60		32	
<b>1998</b>	49	55	52	47	52	55	20	36
<b>1999</b>	35	38	36	29	27	44	11	32
<b>2000</b>	29	38	38	35	35	53	19	43
<b>2001</b>	39	49	30	43	38	42	26	13
<b>2002</b>	34	18	28	36	37	34	7	14

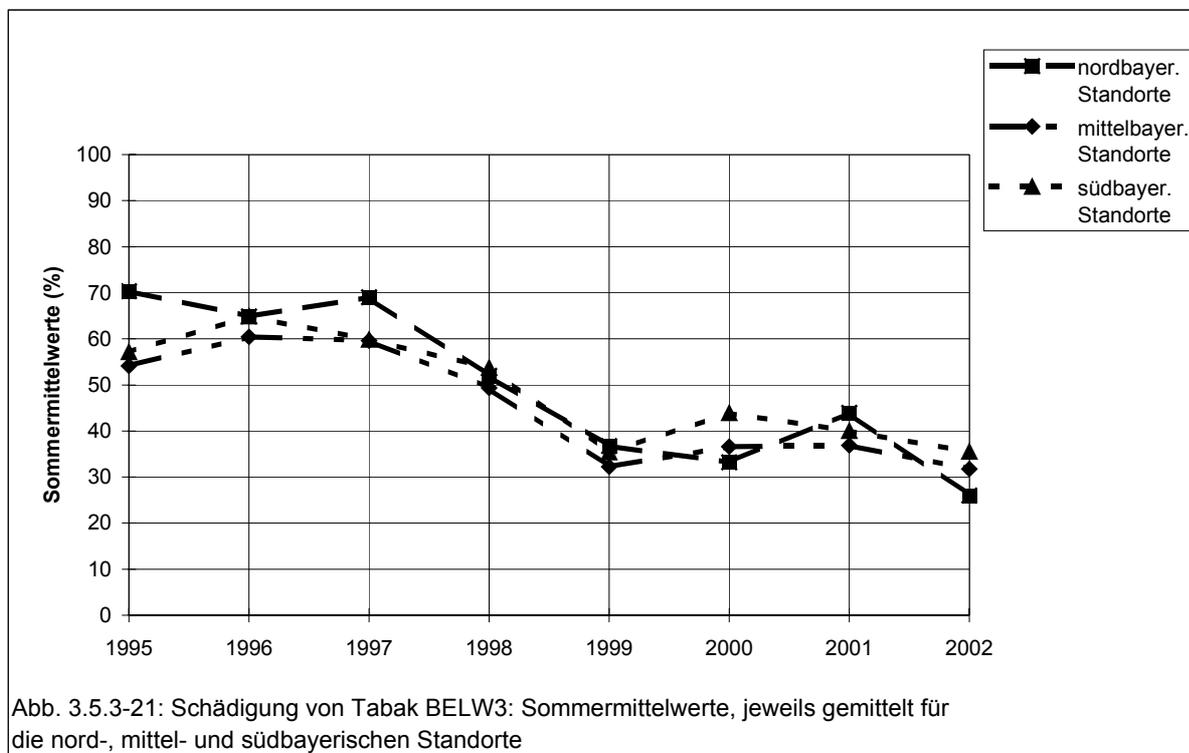


Abb. 3.5.3-21: Schädigung von Tabak BELW3: Sommermittelwerte, jeweils gemittelt für die nord-, mittel- und südbayerischen Standorte

Aus den Sommermittelwerten seit Beginn der Messungen 1995 können zwei Phasen der Schädigungen von Tabakblättern abgelesen werden. Die erste Phase beginnt mit einem gleichmäßigen Verlauf bis 1997 mit einem Schädigungsbereich von 55 bis 70 Prozent und fällt dann innerhalb von zwei Jahren ziemlich stark ab auf Werte zwischen 30 und 40 Prozent Blattschäden. Dieser Bereich öffnet sich dann wieder nach oben, aber nur auf höchstens 45 Prozent in den Jahren 2000 und 2001, um im Jahr 2002 weiter auf einen Bereich von 25 bis maximal 35 Prozent Schädigung abzusinken. Die Jahreswerte 1999 bis 2002 können als zweite Phase im Schädigungsdiagramm angesprochen werden. Das Absinken der Ozonschädigung würde auf niedrigere Ozonwerte in den Sommermonaten seit 1999 hinweisen oder auf geringere Empfindlichkeit der Tabakpflanzen (z.B. frühzeitiges Verschließen der Spaltöffnungen) aufgrund der Änderung klimatischer Faktoren (Trockenheit, Wind?). Beide Ursachen können mit den vorliegenden Daten (z.B. Ozongehalte der Luft) nicht hinreichend bestätigt werden. Der gleichmäßig harmonische Verlauf aller drei Mittelwertskurven (Nord-, Mittel-, Südbayern) ist ein Hinweis darauf, dass es sich bei den Veränderungen nicht um lokale Ereignisse handeln kann, sondern um eine überregional vergleichbare Situation.

### Ergebnisse des Biomonitoring mit kleiner Brennnessel 2000 bis 2002

Die Ergebnisse des Biomonitoring mit kleiner Brennnessel sind für die Jahre 2000 und 2001 in **Tabelle 3.5.3-6** auf der folgenden Seite dargestellt. Die Ergebnisse für das Jahr 2002 sind in **Tabelle 3.5.3-4** untere Hälfte mit dargestellt. Da die Schädigungen der kleinen Brennnessel 2000 bis 2002 im Allgemeinen sehr gering waren, wird auf differenzierende Aussagen verzichtet.

**Tabelle 3.5.3-6:** Schädigung der Kleinen Brennnessel (in %) 2000 und 2001 an den bayerischen Dauerbeobachtungsstationen

2000	kleine Brennnessel	Weibersbrunn	Weißensstadt	Eining	Scheyern	Grassau	Bidingen	München	Augsburg
1. Serie 17.05.-31.05.	Stationsmittel Einzelpfl. M in. - M ax.	1 0 - 1	4 1 - 12	3 1 - 5	2 2 - 2	3 2 - 4	3 1 - 6	1 0 - 1	2 0 - 2
2. Serie 31.05.-14.06.	Stationsmittel Einzelpfl. M in. - M ax.	1 0 - 1	1 0 - 1	6 3 - 10	2 1 - 2	3 1 - 4	5 3 - 6	1 1 - 1	4 1 - 6
3. Serie 14.06.-28.06.	Stationsmittel Einzelpfl. M in. - M ax.	1 0 - 1	1 1 - 3	4 3 - 5	1 1 - 2	1 1 - 2	5 2 - 6	0 0 - 1	2 1 - 3
4. Serie 28.06.-12.07.	Stationsmittel Einzelpfl. M in. - M ax.	1 1 - 1	2 1 - 2	3 1 - 4	1 1 - 1	1 1 - 2	3 1 - 6	0 0 - 0	2 2 - 3
5. Serie 12.07.-26.07.	Stationsmittel Einzelpfl. M in. - M ax.	1 0 - 1	1 1 - 1	7 3 - 12	1 1 - 1	1 1 - 1	5 4 - 6	0 0 - 1	2 2 - 4
6. Serie 26.07.-09.08.	Stationsmittel Einzelpfl. M in. - M ax.	1 0 - 1	1 1 - 2	4 2 - 4	1 1 - 1	1 1 - 1	4 2 - 6	0 0 - 0	4 2 - 7
7. Serie 09.08.-23.08.	Stationsmittel Einzelpfl. M in. - M ax.	1 0 - 1	0 0 - 1	2 1 - 3	1 1 - 2	2 1 - 3	4 2 - 8	1 1 - 1	1 1 - 2
8. Serie 23.08.-06.09.	Stationsmittel Einzelpfl. M in. - M ax.	1 0 - 1	1 0 - 1	5 1 - 8	1 1 - 2	1 0 - 1	4 3 - 5	0 0 - 1	1 0 - 3
9. Serie 06.09.-20.09.	Stationsmittel Einzelpfl. M in. - M ax.	1 0 - 1	1 1 - 2	5 4 - 6	1 1 - 2	3 2 - 3	2 1 - 3	1 0 - 1	3 2 - 5
10. Serie 20.09.-04.10.	Stationsmittel Einzelpfl. M in. - M ax.	0 0 - 0	1 1 - 1	1 1 - 2	1 0 - 1	1 1 - 1	17 11 - 24	0 0 - 0	2 1 - 4
2000 Schädigung in %	Jahresmittel	1	1	4	1	2	5	0	2
	Jahres-Minimum	0	0	1	0	0	1	0	0
	Jahres-Maximum	1	12	12	2	4	24	1	7
2001	kleine Brennnessel	Weibersbrunn	Weißensstadt	Eining	Scheyern	Grassau	Bidingen	München	Augsburg
1. Serie 16.05.-30.05.	Stationsmittel Einzelpfl. M in. - M ax.	1 0 - 1	1 1 - 1	3 1 - 5	3 2 - 3	1 1 - 1	4 3 - 5	0 0 - 0	4 2 - 6
2. Serie 30.05.-13.06.	Stationsmittel Einzelpfl. M in. - M ax.	1 1 - 3	4 3 - 5	4 3 - 5	3 2 - 4	2 1 - 4	13 8 - 18	1 0 - 1	4 2 - 7
3. Serie 13.06.-27.06.	Stationsmittel Einzelpfl. M in. - M ax.	2 1 - 5	2 2 - 2	3 2 - 5	2 1 - 3	3 2 - 4	7 4 - 8	1 0 - 1	5 4 - 7
4. Serie 27.06.-11.07.	Stationsmittel Einzelpfl. M in. - M ax.	1 1 - 1	1 1 - 3	3 2 - 3	x x - x	6 4 - 11	3 1 - 5	1 1 - 2	0 0 - 1
5. Serie 11.07.-25.07.	Stationsmittel Einzelpfl. M in. - M ax.	1 0 - 1	2 1 - 2	2 1 - 3	2 1 - 3	2 1 - 2	1 1 - 2	2 1 - 3	1 1 - 1
6. Serie 25.07.-08.08.	Stationsmittel Einzelpfl. M in. - M ax.	1 1 - 1	1 1 - 2	1 1 - 2	2 1 - 2	1 1 - 1	2 1 - 5	1 1 - 2	5 1 - 16
7. Serie 08.08.-22.08.	Stationsmittel Einzelpfl. M in. - M ax.	2 1 - 5	7 1 - 12	2 1 - 2	2 1 - 3	1 1 - 1	1 0 - 2	0 0 - 1	1 1 - 1
8. Serie 22.08.-05.09.	Stationsmittel Einzelpfl. M in. - M ax.	1 0 - 1	1 1 - 2	6 4 - 11	3 2 - 3	1 0 - 1	2 1 - 3	1 1 - 1	1 0 - 1
9. Serie 05.09.-19.09.	Stationsmittel Einzelpfl. M in. - M ax.	1 0 - 1	4 4 - 5	2 1 - 2	4 2 - 7	12 7 - 18	4 3 - 5	1 1 - 2	1 0 - 2
10. Serie 19.09.-03.10.	Stationsmittel Einzelpfl. M in. - M ax.	1 0 - 1	2 2 - 3	1 1 - 2	2 1 - 3	1 0 - 1	2 1 - 4	1 1 - 1	0 0 - 1
2001 Schädigung in %	Jahresmittel	1	3	3	3	3	4	1	2
	Jahres-Minimum	0	1	1	1	0	0	0	0
	Jahres-Maximum	5	12	11	7	18	18	3	16

\*: Dieser Jahresmittelwert ist nicht unmittelbar mit den anderen Jahresmittelwerten zu vergleichen, da die Messungen der Frühjahrsperiode fehlen.

## 4 Niederschlagsuntersuchungen

### 4.1 Deposition von Nährstoffen in Regensammlern

Der Gesamtstickstoff-Eintrag an den bayerischen Messstellen stieg im Mittel im Verlauf der Jahre 1999 bis 2001 an, während die Schwefel-Einträge im Vergleich zu den Vorjahren weiter abgenommen haben. Dies bewirkt beim Gesamtsäure-Eintrag insgesamt eine leicht absinkende Tendenz. Die Einträge der basisch wirkenden Kationen sind gering.

#### 4.1.1 Einleitung

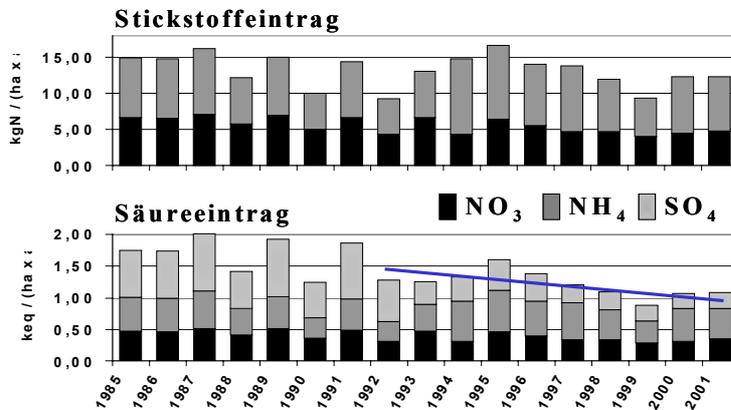
In Bayern wird im Zeitraum von Mitte April bis Ende November an 20 Standorten im Depositionsmessnetz Regenwasser nach der **Bulk-Methode** gesammelt. An landesweit acht Dauerbeobachtungsstationen sind neben diesen Bulk-Sammlern auch **Wet Only-** und **temperierte Bulk-Sammler** während des ganzen Jahres im Einsatz.

Die Standorte, unterteilt in Depositionsmessnetz und DBS (Dauerbeobachtungsstation) sind in den nachfolgenden Abbildungen eingetragen. Es wurden diesmal die Auswertungen der Jahre 1999, 2000 und 2001 zusammengefasst. In den **Abbildungen 4.1.3-2 bis -6** sind als Ergebnisse der Niederschlagsmessungen mit dem **Bulk-Sammler** die mittleren Niederschlagshöhen in Millimeter (**Abb. 4.1.3-2**), die Stickstoff-(Element)-Einträge aus Ammonium und Nitrat (**Abb. 4.1.3-3**), der Gesamtstickstoff (**Abb. 4.1.3-4**), sowie der Schwefel-(Element)-Eintrag aus Sulfat (**Abb. 4.1.3-5**) in Kilogramm pro Hektar dargestellt. Die Niederschlagshöhen sind monatliche Mittelwerte, während für alle anderen Parameter die Summen über den neunmonatigen Beprobungszeitraum gebildet werden. Neu aufgenommen wurde eine Auswertung der Magnesium (Mg)-, Kalium (K)- und Calcium (Ca)-Einträge 2001 im Bulk-Sammler (**Abb. 4.1.3-6**), die als basische Stoffe der Säurewirkung entgegen stehen. Der Gesamtsäure-Eintrag in **Abbildung 4.1.3-7** ist als potentielle Säurewirkung der drei beteiligten Ionen Sulfat ( $\text{SO}_4^{2-}$ ), Nitrat ( $\text{NO}_3^-$ ) und Ammonium ( $\text{NH}_4^+$ ) in Kiloäquivalent pro Hektar angegeben.

Die **Tabellen 4.1.3-1 bis -3** geben die Standortdaten, geltend für den Bezugszeitraum April bis November wieder: die Vier-Wochen-Mittel der Niederschlagshöhen und die pH-Werte (**Tab. 4.1.3-1**), die Summen der Stickstoff- und Schwefeleinträge in kg/ha (**Tab. 4.1.3-2a bis c**) und die Summen der Säureinträge der betreffenden Ionen in keq/ha (**Tab. 4.1.3-3a bis c**) für die Jahre 1999, 2000 und 2001. Diese Daten wurden alle mit dem Standard-Sammelgefäß, dem Bulk, erhoben.

Säure- und Stickstoffeinträge sind nach wie vor wichtige Ergebnisse, die aus den Depositionsdaten berechnet werden. Die schädliche Säurewirkung, die sich aus dem Eintrag von Stickstoff- und Schwefelverbindungen ergibt, kann dazu führen, dass im Boden wichtige Nährstoffe ausgewaschen werden. Das bundesweit angestrebte Ziel einer Emissionsreduzierung der Vorläufersubstanzen des sauren Regens, Schwefeldioxid, Stickstoffoxide und Ammoniak, sollte sich auch bei den Depositionen bemerkbar machen. Deshalb wurde in Bayern ein Indikator für Versauerung und Eutrophierung geschaffen, der die Ganzjahres-Säure- und Stickstoffeinträge in naturnahe waldfreie Ökosysteme seit 1985 dokumentiert und mit den jährlich erhobenen Messdaten aktualisiert wird. Aus den jeweils zehn letzten Jahren wird der Trend der Einträge abgelesen und damit eine Bewertung umweltpolitischer Maßnahmen möglich gemacht. Als Beitrag für ein Umweltindikatoren-System ist der Indikator ‚Säure- und Stickstoffeintrag‘ in folgender Fassung erarbeitet worden:

# Eutrophierung und Versauerung



## Problem- / Vorsorgefeld

Eutrophierung und Versauerung

## Regionalisierbarkeit

Großräumig (NW-, NO-, Mittel-, SW-, SO-Bayern)

## Datenlage

LfU, jährlich

## Bewertung

- Eine Unterschreitung der Critical-Loads wurde bisher nicht erreicht.
- Maßnahmen zur weiteren Emissionsminderung sind notwendig.

## STICKSTOFF- UND SÄUREEINTRAG IN NATurnahe WALDFREIE ÖKOSYSTEME AUS DER ATMOSPHERE [kgN/(ha·a)] UND [keq/(ha·a)]

**Problem-/Vorsorgefeld:** Ein Überangebot an Nähr- und säurebildenden Stoffen führt zu Veränderungen chemischer und biologischer Bodenparameter, die die Vegetation beeinflussen und zu Veränderungen stickstoff- und säureempfindlicher Ökosysteme führen können.

**Definition:** Es werden die Stickstoff- und Säureinträge auf naturnahe waldfreie Flächen dargestellt. Die *Stickstoffeinträge* setzen sich aus dem im gesammelten Niederschlagswasser löslichen Nitrat (NO<sub>3</sub>)- und Ammonium(NH<sub>4</sub>)-Stickstoff zusammen [kgN/(ha·a)]. Die *Säureinträge* werden über die gelösten Sulfat(SO<sub>4</sub>)-, NH<sub>4</sub>- und NO<sub>3</sub>-mengen bestimmt, errechnet als potenzieller Säureeintrag der nassen Deposition ohne Berücksichtigung basischer Anteile [keq/(ha·a)]. Die Deposition ist hier definiert als der nasse und trockene Niederschlag, der mit offenen Bulk-Sammlern erfassbar ist. Sie stellt damit nur einen Teil der Gesamt-Deposition dar, feuchte Deposition (z.B. Nebel) und Teile der trockenen Deposition (z.B. Schwebstaub) sind nicht berücksichtigt. Basis für die mittleren Jahressummen sind Daten von derzeit 9 naturnahen waldfreien Standorten.

**Funktionaler Zusammenhang:** Der Indikator ist den MÖN-Kapiteln *Umweltmedien / Boden* und *Wasser* zugeordnet [unveröffentlicht, 2002]. Analog dem DPSIR-Typisierungsschema handelt es sich um einen *Zustandsindikator*. Er beschreibt Stoffeinträge aus der Atmosphäre in die genannten Medien. Die Einträge werden durch die *Belastungsfaktoren / Stoffe - Abgase, Einsatzstoffe* (z.B. Stickstoffoxide, Schwefeldioxid, Gülle, Düngemittel) beeinflusst, die überwiegend von den *Aktivitäten*

*Landwirtschaft, Industrie und Verkehr* stammen. *Folgen* sind die Eutrophierung und Versauerung von *Ökosystemen*. Der Prozess der Eutrophierung ist auf die Einträge von Ammonium und Nitrat zurückzuführen. Ammonium entsteht aus Ammoniak, das z.B. als Folge der Tierhaltung (Gülle) freigesetzt wird. Nitrat wird in der Atmosphäre aus Stickstoffoxid-Emissionen verschiedener Quellen, vor allem des Kfz-Verkehrs, gebildet und gelangt außerdem nach Ausbringung in Düngemitteln durch Prozesse der Bodenerosion in den atmosphärischen Kreislauf. Eutrophierung bewirkt, dass Pflanzen, die nur auf nährstoffarmen Standorten konkurrenzfähig sind, von nitrophilen Arten verdrängt werden. Biotope wie Magerrasen und Moore mit ihren einmaligen Pflanzen- und Tiergesellschaften, aber auch Wasser- und Klimaschutzfunktionen, sind gefährdet. Die versauernd wirkenden Komponenten sind Sulfat, Ammonium und Nitrat. Schwefeldioxid als Vorstufe von Sulfat stammt überwiegend aus der Verbrennung fossiler Energieträger. Die schädlichen Veränderungen in Böden durch Versauerung betreffen deren chemische Eigenschaften und Mikrofauna. Auswirkungen sind Schäden an der vorhandenen Vegetation und Folgen analog zur Eutrophierung.

**Datenlage:** Die Daten werden vom LfU an Standorten des bayernweiten Depositions-Messnetzes jährlich erhoben.

**Umweltziele:** Die Minderungsziele orientieren sich am „Critical-Loads-Konzept“ nach UBA/ UN-ECE (UMWELTBUNDESAMT, 1996). Die Critical Loads stellen die Belastungsgrenzen dar. Sie liegen für empfindliche, unbewaldete Flächen in Bayern überwiegend zwischen 5 und 10 kgN/(ha·a), vereinzelt unter 5 kgN/(ha·a) bzw. bei 0,5 keq Säure/(ha·a), z.T. auch darunter. Als vorrangiges Ziel sollten die Gesamteinträge 10 kgN/(ha·a) und 0,5 keq/(ha·a) unterschreiten, langfristig sind Einträge unter 5 kgN/(ha·a) und eine weitere Reduzierung der Säureinträge anzustreben. Die Unterschreitung dieser Werte durch die hier beschriebene Teil-Deposition ist nur eine Mindestforderung.

**Bewertung:** Die Bewertung orientiert sich an den Critical-Load-Werten und dem 10-Jahres-Trend der Einträge. Früher erhobene Daten werden für die Trendanalyse außer Acht gelassen. Damit wird eine ständige Aktualisierung des Trends und eine Erfolgskontrolle umweltpolitischer Maßnahmen möglich. Die Trends der einzelnen Komponenten Ammonium, Nitrat und Sulfat sind den Einträgen im roten, gelben und grünen Feld zu entnehmen (farbige Abbildung siehe **Kap. Zusammenfassung**). Steht die Komponente im roten Feld, ist der Einzeltrend ansteigend, im gelben, so ist der Verlauf indifferent, im grünen, so ist der Einzeltrend abnehmend. Der Eintrag von Gesamtstickstoff ist seit 10 Jahren indifferent und liegt über den o.g. Zielen. Der Eintrag der Gesamtsäure nimmt im Zeitraum 1992–2001 signifikant ab, überschreitet jedoch deutlich die Ziele.

**Weiterentwicklung:** Die Zielwerte stammen aus Literatur und Kartierungen Bayerns. Die Erhebung empfindlicher Biotope und die Bestimmung ihrer Critical Loads sollten vervollständigt und die Zielwerte daran überprüft werden. Die Jahressummen basieren derzeit auf 9 LfU-Messpunkten, diese sollten mit Messstationen anderer Behörden (LWF, LfW) ergänzt und abgeglichen, u.U. durch neue Standorte ergänzt werden. Die Belastung der Waldökosysteme muss in den Indikator einbezogen werden, dazu ist die Auswertung von Depositionsdaten im Baumbestand (LWF) notwendig.

**Regionalisierbarkeit:** Eine Regionalisierung der Aussagen ist derzeit nur großräumig möglich (NW-, NO-, Mittel-, SW-, SO-Bayern). Bei Verdichtung der Datenerhebung wären auch kleinräumigere Aussagen möglich.

**Länderkompatibilität:** Die Länder-Initiative Kern-Indikatoren (LIKI) arbeitet an der Entwicklung eines abgestimmten Kernindikators. Auf Basis eines ersten Fachgesprächs mit Länderexperten hat das LfU hierzu einen Vorschlag erarbeitet.

### 4.1.2 Methoden

Mit der Bulk-Sammlung wird die nasse Deposition aus Niederschlägen und der wasserlösliche Teil der trockenen Deposition erfasst. Störende Partikel der trockenen Deposition, wie Blätter und größere Insekten werden durch ein Sieb abgehalten, das im Zulauf zur Sammelflasche steckt. Der **LfU-Standard-Bulk-Sammler** wurde nach den baulichen Vorgaben der LAWA-Richtlinie ["Atmosphärische Deposition, Richtlinie für Beobachtung und Auswertung der Niederschlagsbeschaffenheit 1998, Länderarbeitskreis Wasser"] mit einigen Änderungen übernommen (**Abb. 4.1.2-1**). Er besteht aus einem PVC-Rohr mit 20 cm Durchmesser. Dieses wird soweit im Boden eingegraben, dass die Oberkante des Rohrs auf 150 cm Höhe liegt. In dieses Rohr wird oben ein Trichter mit dem gleichen Durchmesser mit einer am Auslauf angeschraubten Probenflasche eingehängt. Das Rohr ist im oberen Drittel mit einem zweiten Rohr mit 30 cm Durchmesser umgeben. Die innere Röhre ist mit Wasser gefüllt. Das ganze Rohr wird mit Alufolie umwickelt. Beide Maßnahmen sollen das zu starke Aufheizen des Regenwassers im Sammelgefäß verhindern (Verdunstungskälte und Strahlungsreflektion). Oben auf der Röhre wird noch eine sog. Vogelkrone befestigt, um kleinere Vögel vom Sitzen am Trichterrand abzuhalten.

Probenahmen finden in der Zeit von April bis November regelmäßig alle 14 Tage statt, das ergibt 18 Proben pro Jahr. Unmittelbar vor Ort werden die Niederschlagsmenge sowie die Proben-temperatur, die Leitfähigkeit und der pH-Wert der Probe bestimmt. Ein Teil der Probe wird in Polyethylenfläschchen dekantiert, gekühlt ins Labor gebracht und ungefiltert auf Ammonium ( $\text{NH}_4^+$ ), Nitrat ( $\text{NO}_3^-$ ), Sulfat ( $\text{SO}_4^{2-}$ ), Nitrit ( $\text{NO}_2^-$ ), Phosphat ( $\text{PO}_4^{3-}$ ) und Chlorid ( $\text{Cl}^-$ ), sowie Magnesium ( $\text{Mg}^{2+}$ ), Kalium ( $\text{K}^+$ ), Calcium ( $\text{Ca}^{2+}$ ) und Natrium ( $\text{Na}^+$ ) untersucht. Die Bulk-Proben an den Dauerbeobachtungsstationen werden außerdem auf eine Auswahl an Metallen analysiert.

Mit den **Wet Only-Sammlern**, die an den acht Dauerbeobachtungsstationen aufgestellt sind, wird nur die nasse Deposition erfasst. Ihre Trichteröffnung ist mit einem Deckel verschlossen, der sich nur bei einsetzendem Niederschlag hebt und nach dem Niederschlagsereignis wieder schließt. Dieser Öffnungs- und Schließ-Mechanismus ist über einen Regensensor gesteuert. Der Trichter in 150 cm Höhe sitzt direkt auf der Sammelflasche auf. Das gesamte Sammelgefäß ist in einen, im Sommer gekühlten, im Winter heizbaren Kasten eingebaut, der die Proben-temperatur das ganze Jahr über auf 4-6°C hält. Das hat den Vorteil, dass auch im Winter Probenahmen stattfinden können, im Vier-Wochen Rhythmus insgesamt 13 mal, die 13. Probenahme hat einen Acht-Wochen-Rhythmus (Dezember/Januar). Die Vorort-Messungen betreffen die Niederschlagsmenge, Proben-temperatur, Leitfähigkeit und pH-Wert. Im Labor werden die Proben auf die gleichen Ionen untersucht wie beim Bulk der Dauerbeobachtungsstationen.

Als dritte Sammelmethode für Regenwasser sind an den Dauerbeobachtungsstationen **temperierte Bulk-Sammler** aufgestellt. Das sind modifizierte Wet Only-Sammler. Heizbarer Trichter und Sammelflasche sind ebenfalls in einen gekühlten/beheizten Kasten eingebaut. Die Trichteröffnung ist jedoch nicht mit einem Deckel verschlossen, so dass, wie beim LfU-Standard- Bulk nasse und trockene Deposition erfasst werden kann. Der Vorteil gegenüber dem LfU-Standard- Bulk ist die Verlängerung des Probenahmezeitraums auf das ganze Jahr, so dass auch die Winterniederschläge erfasst werden können. Die Proben des temperierten Bulk werden auf die gleichen Parameter untersucht wie die des Wet Only.



Bild 4.1.2-1: LfU-Bulk-Sammler

### 4.1.3 Ergebnisse

#### *Stickstoff- und Schwefel-Eintrag im LfU- Standard-Bulk der Jahre 1999 bis 2001*

Der Mittelwert aus den bayerischen Messstellen für den Stickstoff-Eintrag der nassen Deposition stieg von 6,77 kg/ha (1999) über 8,40 kg/ha (2000) auf 8,64 kg/ha (2001) (**Tab. 4.1.3-2a bis c**). Dies ist die Summe der Stickstoff-Einträge aus Ammonium und Nitrat im Beprobungszeitraum April bis November. Dabei liegt der Ammonium-Anteil kennzeichnenderweise bei ca. 60 %, der Nitrat-Anteil bei ca. 40 % des Gesamtstickstoff-Eintrags.

Während der Anstieg des Nitrat-Eintrags von 1999 auf 2000 mit der Zunahme der Niederschläge zu erklären ist, macht der Ammonium-Eintrag in dieser Zeitspanne einen deutlichen Sprung nach oben (Zunahme 27 % im bayerischen Mittel). Der Übergang zum Jahr 2001 fällt sowohl beim Niederschlag als auch bei den Nitrat-Einträgen wesentlich geringer aus, der Ammonium-Eintrag nimmt sogar um ca. 1 % ab. Diese Schwankungen sind typisch für den Ammonium-Eintrag der letzten Jahre.

In **Abbildung 4.1.3-3** sind die beiden Komponenten in ihrer regionalen Verteilung während der drei Probenahmejahre auf der Bayernkarte dargestellt. Die höchsten Einträge sind im südbayerischen Raum zu verzeichnen. Niedrigere Stickstoff-Einträge werden im mittleren Teil Bayerns und in Oberfranken gemessen.

Die 1998 neu eingerichtete Dauerbeobachtungsstation 208 Bidingen passt sich mit ihren Stickstoff-Einträgen in die Reihe der Voralpenstandorte ein.

Die als zweite ‚städtische Hintergrundstation‘ betriebene DBS 207 in Augsburg bestätigt ihre niedrigen Ergebnisse des ersten Betriebsjahres.

Die Schwefel-Einträge aus der nassen Deposition haben im Vergleich zu den Vorjahren weiter abgenommen. Sie liegen 2001 im Mittel der bayerischen Stationen bei 3,02 kg/ha im Beprobungszeitraum von April bis November (**Tab. 4.1.3-2c und Abb. 4.1.3-5**)

#### *Säure-Eintrag im LfU- Standard-Bulk*

Der Gesamtsäure-Eintrag fiel 1999 auf 0,59 keq/ha im Mittel der bayerischen Stationen (1998: 0,76 keq/ha), stieg im Jahr 2000 jedoch wieder auf 0,67 keq/ha und im Jahr 2001 auf 0,70 keq/ha an (**Tab. 4.1.3-3a bis c und Abb. 4.1.3-7**). Grund dafür sind zum einen die schwankenden Ammonium-Einträge (s.o.) und zum anderen die unterschiedlichen Niederschlagsmengen der vergangenen Jahre. Die insgesamt absinkende Tendenz wird zum größten Teil von den sich weiter verringernden Sulfat-Einträgen verursacht.

#### *Magnesium-, Calcium- und Kalium-Eintrag im LfU- Standard-Bulk*

Die basisch wirkenden Kationen Magnesium ( $Mg^{2+}$ ), Calcium ( $Ca^{2+}$ ) und Kalium ( $K^+$ ) sind vorwiegend als Staub in der Atmosphäre verteilt und werden über die trockene Deposition eingetragen. Die im Bulk-Sammler in der wässrigen Lösung analysierten Werte sind eher gering (**Tab. 4.1.3-4 und Abb. 4.1.3-6**). Die basischen Kationen können die Wirkung der Säure- und Stickstoffeinträge nicht vollkommen ausgleichen, mildern aber die Gesamtbelastung in den obersten Bodenhorizonten ab. Der Einfluss der eingetragenen Kationen hängt stark von der Beschaffenheit und Nährstoffzusammensetzung des Bodens ab [LWF, Bayerische Waldklimastationen, Jahrbuch 1999].

Tab. 4.1.3-1: Standorte der Bulk-Sammler des Depositionsmessnetzes und der Dauerbeobachtungsstationen, ihre Niederschlagshöhen und pH-Werte, durchschnittliche Monatswerte aus dem Beprobungszeitraum 24.03.-01.12.1999, 22.03.-29.11.2000 und 21.03.-28.11.2001

Messstelle	Gauß-Krüger-Koordinaten		1999		2000		2001	
	Rechtswert	Hochwert	NS-höhe mm	pH-Wert	NS-höhe mm	pH-Wert	NS-höhe mm	pH-Wert
1	3553500	5574200	63	5,0	66	5,0	63	4,8
2	4454400	5590600	61	4,8	66	4,8	85	4,8
3	4495200	5580750	49	4,9	52	5,0	52	4,9
5	3576100	5536900	42	5,9	42	6,5	50	6,6
6	4420000	5531500	46	5,0	57	5,3	50	4,8
7	4484000	5542000	74	4,8	73	4,9	104	4,9
8*	3584750	5474000	55	6,9	-	-	57	6,4
9	4420000	5470000	51	5,2	49	5,7	52	5,5
10	4494000	5466000	55	5,4	56	5,5	65	5,4
11	4551500	5473000	47	5,0	62	5,3	82	5,1
12	4410900	5404400	62	6,9	66	6,0	61	5,8
14	4552800	5411000	55	5,7	64	5,6	69	5,6
15	4603345	5423000	59	4,9	91	5,0	112	5,0
16	3596350	5345400	71	6,2	84	5,8	73	5,8
17	4418800	5341800	76	5,4	85	5,3	71	5,8
18	4477500	5340450	75	5,7	95	6,0	91	6,1
19	4554900	5342600	77	5,6	83	5,3	87	5,1
20	3590900	5281600	140	5,3	137	5,3	121	5,3
21	4423900	5280800	141	5,8	148	6,1	134	5,8
22	4481200	5278450	133	5,8	140	5,7	138	5,0
201	4484100	5413500	47	5,2	55	4,9	66	4,8
202	4458000	5374000	64	4,9	79	5,3	69	4,9
203	4533600	5294700	112	5,2	117	5,4	120	5,2
205	3532000	5530000	71	4,7	77	5,3	81	4,9
206	4491000	5550000	72	4,8	63	4,9	81	4,7
207	4420000	5358000	69	5,9	89	5,5	77	6,1
208	4404000	5294000	114	5,7	109	5,8	96	5,4
<b>Mittelwerte</b>			<b>73</b>	<b>5,2</b>	<b>81</b>	<b>5,3</b>	<b>82</b>	<b>5,1</b>

8\* konnte im Jahr 2000 wegen zu wenig Daten nicht ausgewertet werden

Tab. 4.1.3-2a: Stickstoff- und Schwefel-Element-Eintrag im Bulk-Sammler des Depositionsmessnetzes und der Dauerbeobachtungsstationen, Summenwerte vom 24.03.-01.12.1999

Messstelle	NH4-N kg/ha	NO3-N kg/ha	Gesamt-N kg/ha	SO4-S kg/ha
1	2,69	2,66	5,34	3,00
2	3,24	2,67	5,91	3,03
3	3,06	2,69	5,76	3,24
5	4,95	2,68	7,63	2,78
6	4,17	2,67	6,84	3,04
7	4,62	3,53	8,15	4,00
8	2,76	2,98	5,74	3,25
9	2,82	2,62	5,43	3,04
10	4,71	2,22	6,93	3,14
11	4,34	2,13	6,47	2,65
12	2,88	2,46	5,33	2,98
14	3,58	2,57	6,15	2,87
15	2,84	2,00	4,84	2,06
16	4,25	2,61	6,85	2,91
17	2,90	2,82	5,71	2,87
18	4,08	2,88	6,96	3,19
19	3,84	2,98	6,82	2,94
20	4,26	3,71	7,97	3,52
21	9,19	4,38	13,57	4,67
22	2,39	2,64	5,03	3,17
201	3,03	1,97	5,00	2,65
202	2,05	2,12	4,17	2,47
203	6,26	4,18	10,44	3,79
205	4,21	3,11	7,32	3,48
206	4,18	3,51	7,69	4,04
207	3,14	2,65	5,79	2,89
208	5,24	3,73	8,97	3,27
<b>Mittelwerte</b>	<b>3,91</b>	<b>2,86</b>	<b>6,77</b>	<b>3,15</b>

Tab. 4.1.3-2b: Stickstoff- und Schwefel-Element-Eintrag im Bulk-Sammler des Depositionsmessnetzes und der Dauerbeobachtungsstationen, Summenwerte vom 22.03.-29.11.2000

Messstelle	NH4-N kg/ha	NO3-N kg/ha	Gesamt-N kg/ha	SO4-S kg/ha
1	2,53	2,91	5,44	2,99
2	3,04	2,92	5,95	3,03
3	3,33	2,69	6,01	3,04
5	5,67	2,30	7,96	2,37
6	5,06	3,00	8,05	3,34
7	4,69	3,36	8,06	3,47
8*	-	-	-	-
9	3,07	2,82	5,89	2,65
10	3,83	2,11	5,93	1,83
11	7,82	2,55	10,36	2,94
12	4,97	3,02	8,00	2,83
14	4,20	3,28	7,47	3,10
15	3,57	2,98	6,55	2,79
16	7,12	3,33	10,45	3,20
17	4,44	3,30	7,74	2,99
18	8,76	3,80	12,56	4,23
19	5,30	3,48	8,78	3,02
20	5,93	3,86	9,79	3,93
21	11,64	4,11	15,76	4,42
22	2,54	3,20	5,74	3,33
201	3,56	2,62	6,18	2,83
202	4,88	3,35	8,23	3,18
203	6,26	3,88	10,15	3,59
205	10,23	2,91	13,14	3,84
206	3,81	2,89	6,70	3,03
207	4,78	3,60	8,39	3,39
208	5,55	3,47	9,01	3,26
<b>Mittelwerte</b>	<b>5,25</b>	<b>3,14</b>	<b>8,40</b>	<b>3,18</b>

8\* konnte wegen zu wenig Daten nicht ausgewertet werden

Tab. 4.1.3-2c: Stickstoff- und Schwefel-Element-Eintrag im Bulk-Sammler des Depositionsmessnetzes und der Dauerbeobachtungsstationen, Summenwerte vom 21.03.-28.11.2001

Messstelle	NH4-N kg/ha	NO3-N kg/ha	Gesamt-N kg/ha	SO4-S kg/ha
1	3,39	2,78	6,17	2,71
2	4,26	3,35	7,61	2,81
3	3,37	2,72	6,09	2,48
5	6,40	2,50	8,90	2,26
6	3,43	2,65	6,08	2,30
7	6,52	4,25	10,77	3,61
8	4,47	2,47	6,94	2,26
9	3,07	2,80	5,87	2,49
10	3,81	2,82	6,63	2,73
11	6,30	3,73	10,03	3,42
12	3,82	2,54	6,36	2,48
14	3,87	3,29	7,16	2,83
15	4,69	3,86	8,54	3,45
16	5,46	2,54	8,00	2,72
17	4,56	2,64	7,21	2,08
18	11,12	3,45	14,57	4,29
19	6,09	3,59	9,67	2,91
20	6,46	3,87	10,33	3,26
21	15,54	3,85	19,39	5,28
22	5,35	4,22	9,57	3,56
201	3,40	2,73	6,13	2,91
202	4,56	2,83	7,39	2,02
203	6,71	5,17	11,88	3,76
205	3,65	3,50	7,14	3,81
206	4,57	3,89	8,46	3,31
207	3,11	3,05	6,16	2,52
208	6,63	3,49	10,13	3,22
<b>Mittelwerte</b>	<b>5,36</b>	<b>3,28</b>	<b>8,64</b>	<b>3,02</b>

Tab. 4.1.3-3a: Säure-Eintrag aus der nassen Deposition des Bulk-Sammlers im Depositionsmessnetz und an den Dauerbeobachtungsstationen, Summenwerte vom 24.03.-01.12.1999

Messstelle	Säureeintrag aus NH <sub>4</sub>	Säureeintrag aus NO <sub>3</sub>	Säureeintrag aus SO <sub>4</sub>	Gesamtsäure
	keq/ha	keq/ha	keq/ha	keq/ha
1	0,17	0,16	0,17	0,49
2	0,20	0,16	0,17	0,53
3	0,19	0,16	0,18	0,53
5	0,31	0,16	0,16	0,63
6	0,26	0,16	0,17	0,59
7	0,29	0,21	0,22	0,72
8	0,17	0,18	0,18	0,53
9	0,18	0,15	0,17	0,50
10	0,30	0,13	0,18	0,60
11	0,27	0,12	0,15	0,55
12	0,18	0,14	0,17	0,49
14	0,23	0,15	0,16	0,54
15	0,18	0,12	0,12	0,41
16	0,27	0,15	0,16	0,58
17	0,18	0,17	0,16	0,51
18	0,26	0,17	0,18	0,60
19	0,24	0,18	0,16	0,58
20	0,27	0,22	0,20	0,68
21	0,58	0,26	0,26	1,10
22	0,15	0,16	0,18	0,48
201	0,19	0,12	0,15	0,45
202	0,13	0,12	0,14	0,39
203	0,39	0,25	0,21	0,85
205	0,27	0,18	0,19	0,64
206	0,26	0,21	0,23	0,70
207	0,20	0,16	0,16	0,52
208	0,33	0,22	0,18	0,73
<b>Mittelwerte</b>	<b>0,25</b>	<b>0,17</b>	<b>0,18</b>	<b>0,59</b>

Tab. 4.1.3-3b: Säure-Eintrag aus der nassen Deposition des Bulk-Sammlers im Depositionsmessnetz und an den Dauerbeobachtungsstationen, Summenwerte vom 22.03.-29.11.2000

Messstelle	Säureeintrag aus NH <sub>4</sub> keq/ha	Säureeintrag aus NO <sub>3</sub> keq/ha	Säureeintrag aus SO <sub>4</sub> keq/ha	Gesamt-Säureeintrag keq/ha
1	0,16	0,17	0,17	0,50
2	0,19	0,17	0,17	0,53
3	0,21	0,16	0,17	0,54
5	0,36	0,14	0,13	0,62
6	0,32	0,18	0,19	0,68
7	0,30	0,20	0,19	0,69
8*				
9	0,19	0,17	0,15	0,51
10	0,24	0,12	0,10	0,47
11	0,49	0,15	0,16	0,81
12	0,31	0,18	0,16	0,65
14	0,26	0,19	0,17	0,63
15	0,23	0,18	0,16	0,56
16	0,45	0,20	0,18	0,82
17	0,28	0,19	0,17	0,64
18	0,55	0,22	0,24	1,01
19	0,33	0,20	0,17	0,71
20	0,37	0,23	0,22	0,82
21	0,73	0,24	0,25	1,22
22	0,16	0,19	0,19	0,53
201	0,18	0,15	0,16	0,49
202	0,31	0,20	0,18	0,68
203	0,39	0,23	0,20	0,82
205	0,65	0,17	0,21	1,03
206	0,24	0,17	0,17	0,58
207	0,30	0,21	0,19	0,70
208	0,35	0,20	0,18	0,74
<b>Mittelwerte</b>	<b>0,32</b>	<b>0,18</b>	<b>0,17</b>	<b>0,67</b>

8\* konnte wegen zu wenig Daten nicht ausgewertet werden

Tab. 4.1.3-3c: Säure-Eintrag aus der nassen Deposition des Bulk-Sammlers im Depositionsmessnetz und an den Dauerbeobachtungsstationen, Summenwerte vom 21.03.-28.11.2001

Messstelle	Säureeintrag aus NH4 keq/ha	Säureeintrag aus NO3 keq/ha	Säureeintrag aus SO4 keq/ha	Gesamt-Säureeintrag keq/ha
1	0,21	0,16	0,15	0,52
2	0,27	0,20	0,16	0,63
3	0,21	0,16	0,14	0,51
5	0,40	0,15	0,13	0,68
6	0,22	0,16	0,13	0,51
7	0,41	0,25	0,20	0,86
8	0,28	0,15	0,13	0,56
9	0,19	0,16	0,14	0,49
10	0,24	0,17	0,15	0,56
11	0,40	0,22	0,19	0,81
12	0,24	0,15	0,14	0,53
14	0,24	0,19	0,16	0,59
15	0,30	0,23	0,19	0,72
16	0,34	0,15	0,15	0,64
17	0,29	0,16	0,12	0,57
18	0,70	0,20	0,24	1,14
19	0,38	0,21	0,16	0,75
20	0,41	0,23	0,18	0,82
21	0,98	0,23	0,30	1,51
22	0,34	0,25	0,20	0,79
201	0,21	0,16	0,16	0,53
202	0,29	0,17	0,11	0,57
203	0,42	0,30	0,21	0,93
205	0,23	0,21	0,21	0,65
206	0,29	0,23	0,19	0,71
207	0,20	0,18	0,14	0,52
208	0,42	0,21	0,18	0,81
<b>Mittelwerte</b>	<b>0,34</b>	<b>0,19</b>	<b>0,17</b>	<b>0,70</b>

Tab. 4.1.3-4: Magnesium-, Kalium- und Calcium-Eintrag im Bulk-Sammler des Depositionsmessnetzes und der Dauerbeobachtungsstationen, Summenwerte vom 21.03.-28.11.2001

Messstelle	Mg kg/ha	K kg/ha	Ca kg/ha
1	0,73	0,49	2,75
2	0,38	0,54	1,31
3	0,37	0,76	1,43
5	0,45	1,76	3,18
6	0,37	0,81	1,86
7	0,42	0,64	1,42
8	0,45	1,92	4,47
9	0,43	0,48	4,43
10	0,72	1,49	5,28
11	0,41	1,05	1,66
12	0,48	1,06	7,44
14	0,49	0,64	2,89
15	0,36	0,78	1,52
16	0,74	2,31	5,58
17	0,74	0,90	3,87
18	1,04	8,40	8,82
19	0,48	1,27	2,09
20	0,45	1,01	2,08
21	1,47	4,53	7,65
22	1,11	3,42	3,88
201	0,36	0,77	3,00
202	0,57	1,54	3,49
203	0,50	1,95	3,11
205	0,34	1,96	1,76
206	0,24	0,99	1,12
207	0,86	2,10	4,92
208	0,44	1,49	2,87
<b>Mittelwerte</b>	<b>0,57</b>	<b>1,67</b>	<b>3,48</b>

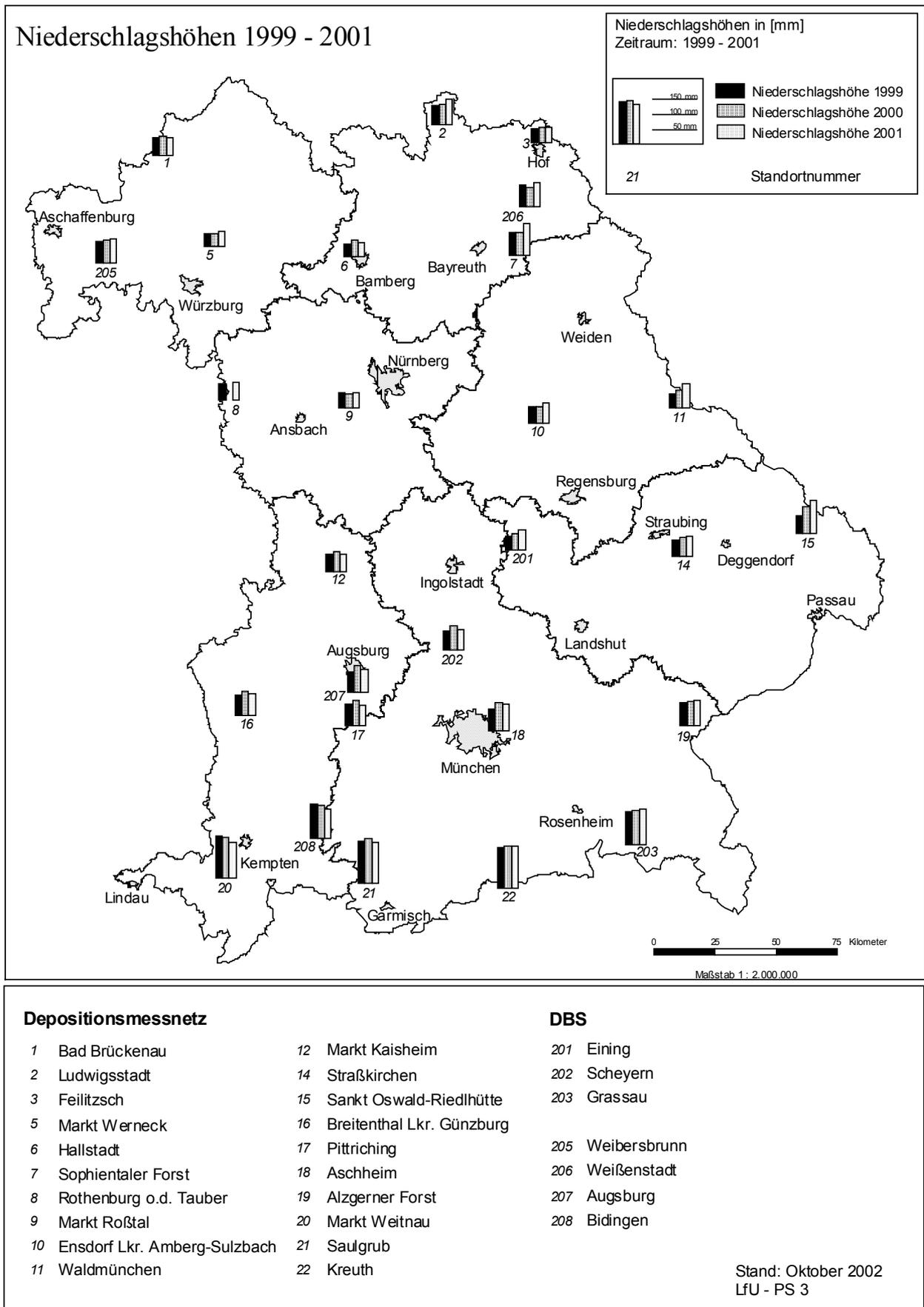
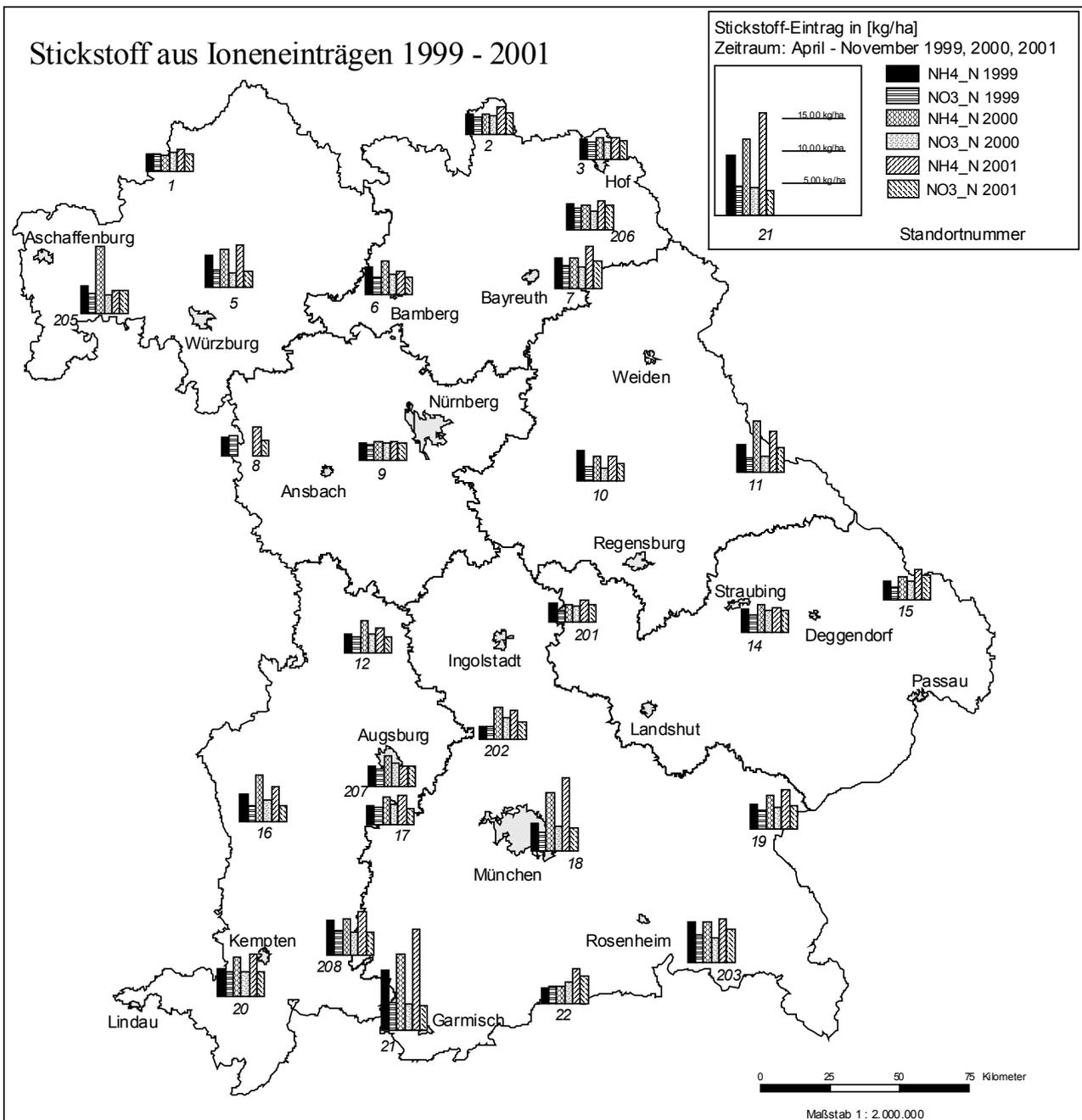


Abb. 4.1.3-2: Niederschlagshöhen, monatliche Mittelwerte aus dem Beprobungszeitraum 24.03.-01.12.1999, 22.03.-29.11.2000 und 21.03.-28.11.2001



**Depositionsmessnetz**

- |                                 |                              |
|---------------------------------|------------------------------|
| 1 Bad Brückenau                 | 12 Markt Kaisheim            |
| 2 Ludwigsstadt                  | 14 Straßkirchen              |
| 3 Feilitzsch                    | 15 Sankt Oswald-Riedlhütte   |
| 5 Markt Werneck                 | 16 Breitenthal Lkr. Günzburg |
| 6 Hallstadt                     | 17 Pittriching               |
| 7 Sophientaler Forst            | 18 Aschheim                  |
| 8 Rothenburg o.d. Tauber        | 19 Alzgerner Forst           |
| 9 Markt Roßtal                  | 20 Markt Weitnau             |
| 10 Ensdorf Lkr. Amberg-Sulzbach | 21 Saulgrub                  |
| 11 Waldmünchen                  | 22 Kreuth                    |

**DBS**

- |                  |
|------------------|
| 201 Eining       |
| 202 Scheyern     |
| 203 Grassau      |
| 205 Weibersbrunn |
| 206 Weißenstadt  |
| 207 Augsburg     |
| 208 Bidingen     |

Stand: Oktober 2002  
LfU - PS 3

Abb. 4.1.3-3: Stickstoff-Eintrag aus Nitrat und Ammonium, Summenwerte im Beprobungszeitraum 24.03.-01.12.1999, 22.03.-29.11.2000 und 21.03.-28.11.2001

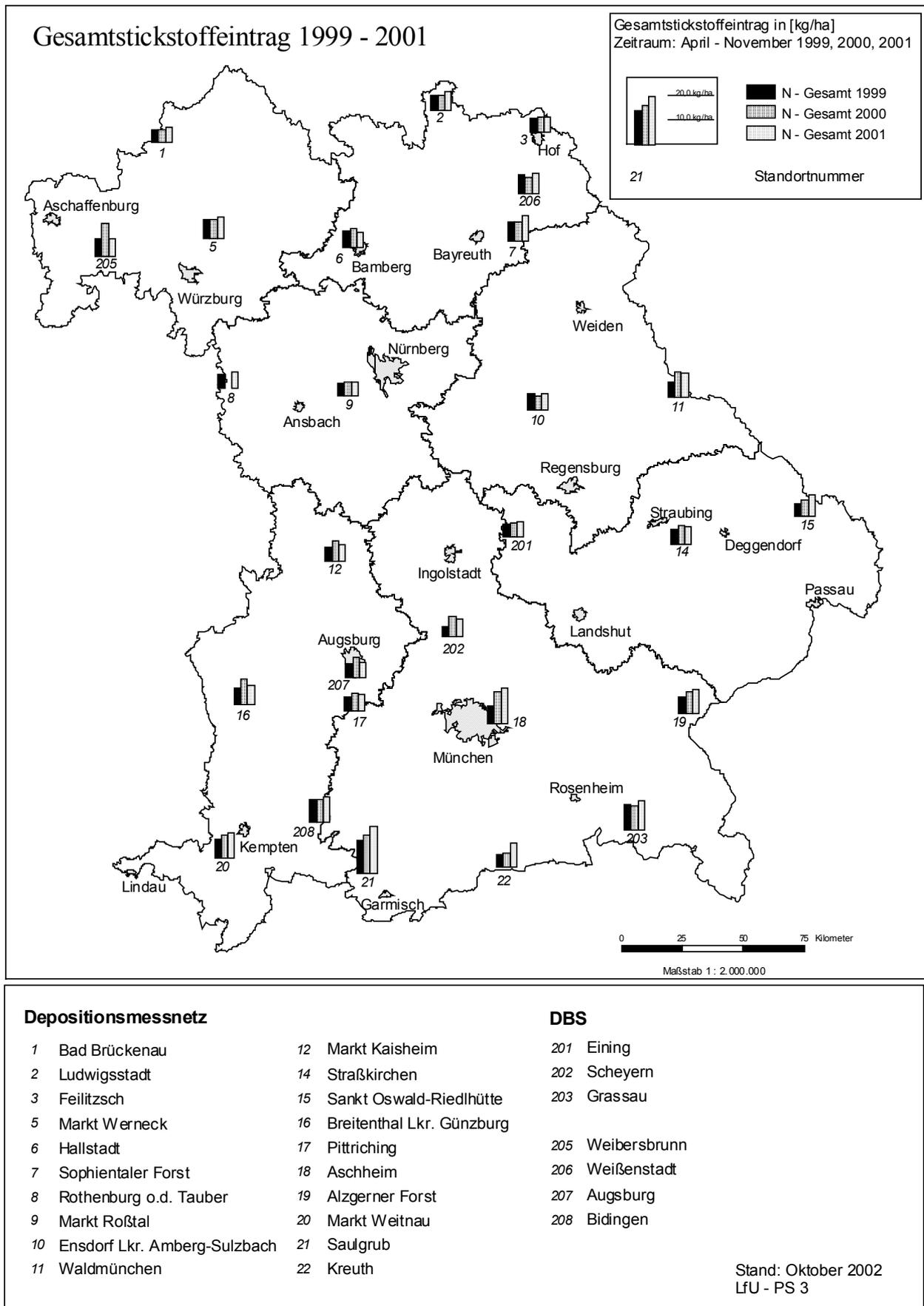


Abb. 4.1.3-4: Gesamtstickstoff-Eintrag, Summenwerte im Beprobungszeitraum 24.03.-01.12.1999, 22.03.-29.11.2000 und 21.03.-28.11.2001

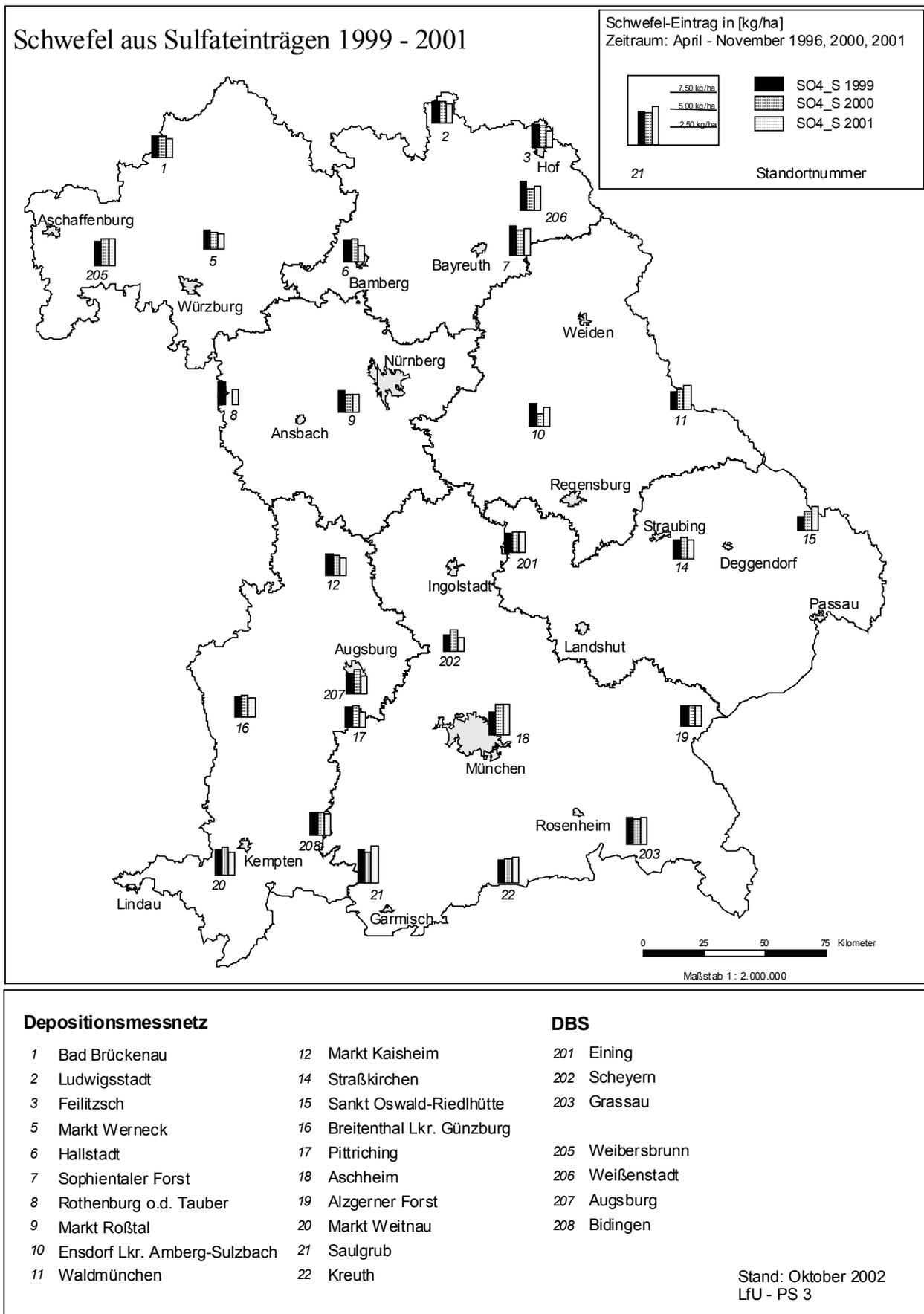
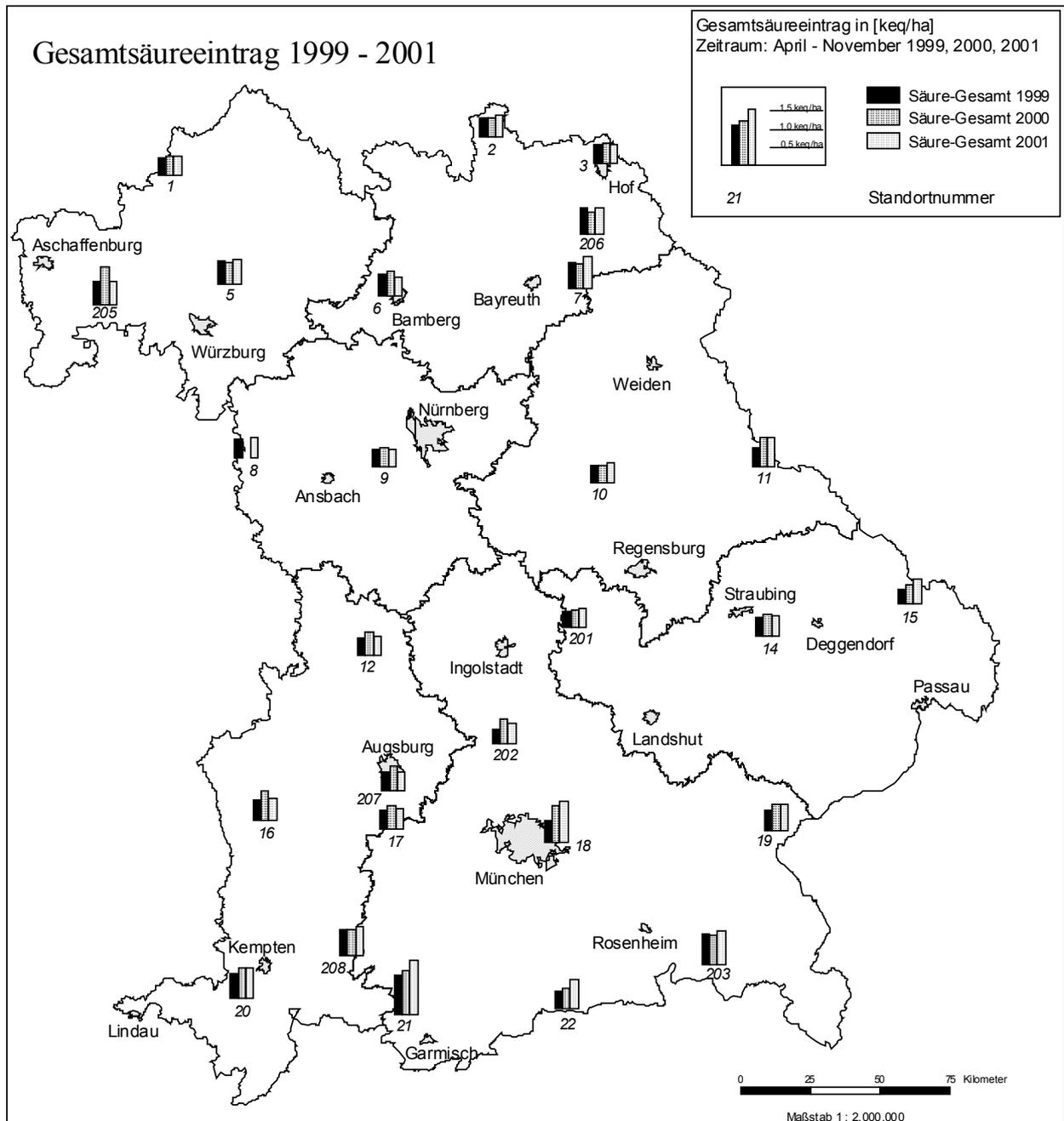


Abb. 4.1.3-5: Schwefel-Eintrag aus Sulfat, Summenwerte im Beprobungszeitraum 24.03.-01.12.1999, 22.03.-29.11.2000 und 21.03.-28.11.2001



Depositionsmessnetz		DBS	
1	Bad Brückenau	201	Eining
2	Ludwigsstadt	202	Scheyern
3	Feilitzsch	203	Grassau
5	Markt Werneck	205	Weibersbrunn
6	Hallstadt	206	Weißensstadt
7	Sophientaler Forst	207	Augsburg
8	Rothenburg o.d. Tauber	208	Bidingen
9	Markt Roßtal		
10	Ensdorf Lkr. Amberg-Sulzbach		
11	Waldmünchen		
12	Markt Kaisheim		
14	Straßkirchen		
15	Sankt Oswald-Riedlhütte		
16	Breitenthal Lkr. Günzburg		
17	Pittriching		
18	Aschheim		
19	Alzgerner Forst		
20	Markt Weitnau		
21	Saulgrub		
22	Kreuth		

Stand: Oktober 2002  
LfU - PS 3

Abb. 4.1.3-6: Gesamtsäure-Eintrag aus Ammonium (NH<sub>4</sub><sup>+</sup>), Nitrat (NO<sub>3</sub><sup>-</sup>) und Sulfat (SO<sub>4</sub><sup>2-</sup>) im Beprobungszeitraum 24.03.-01.12.1999, 22.03.-29.11.2000 und 21.03.-28.11.2001

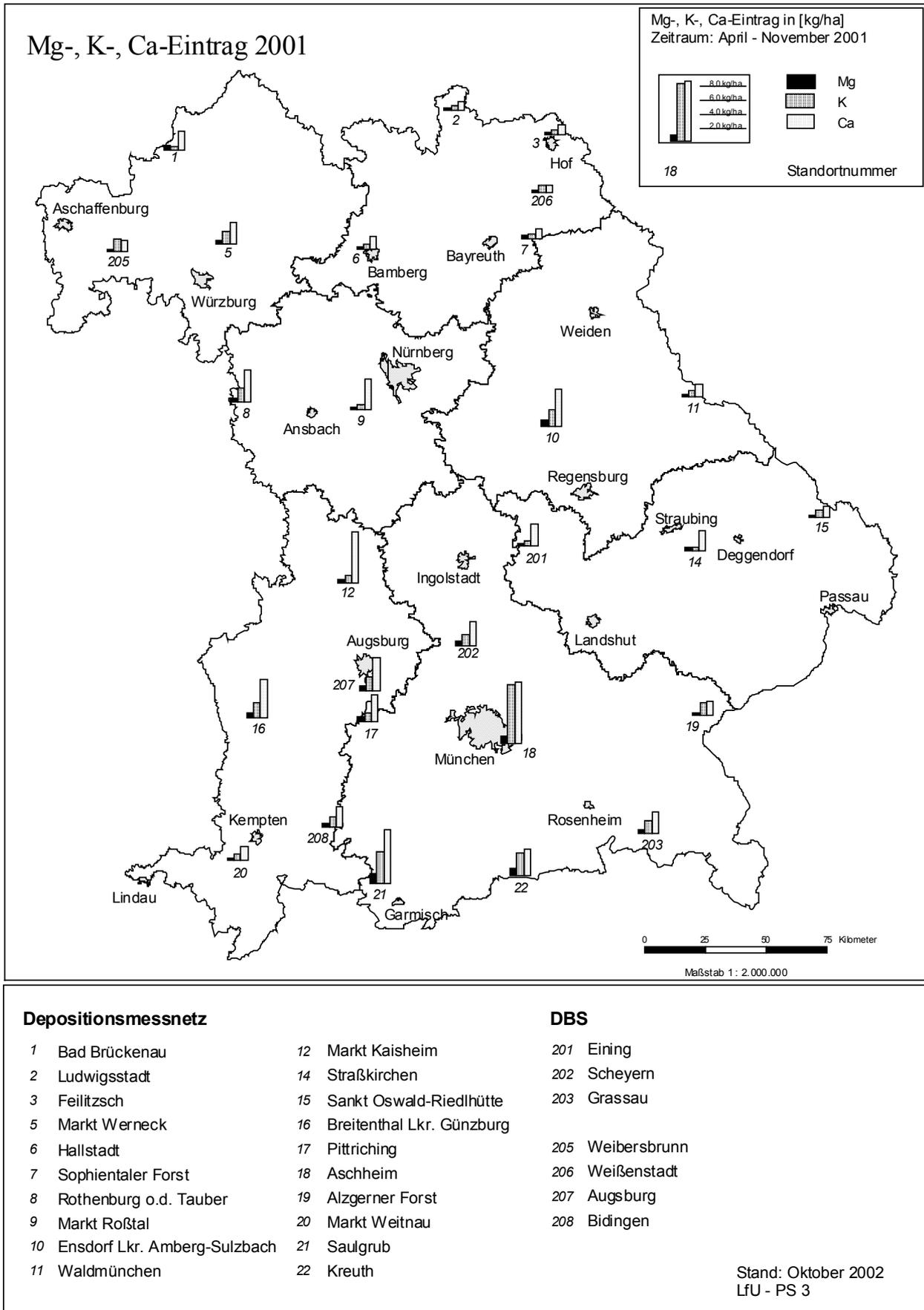


Abb. 4.1.3-7: Eintrag der basisch wirkenden Kationen Magnesium ( $Mg^{2+}$ ), Kalium ( $K^+$ ), Calcium ( $Ca^{2+}$ ), Summenwerte im Beprobungszeitraum 21.03.-28.11.2001

## 4.2 Metalleinträge in Bergerhoff-Sammlern

Neben dem allgemeinen Trend zur Abnahme der Metalleinträge, der sich schon beim aktiven Monitoring mit der Weidelgraskultur beobachten ließ (Kapitel 3.1), werden auch beim Bergerhoff elementabhängig regionale Unterschiede festgestellt. Zum einen ist an den städtischen Dauerbeobachtungsstationen - insbesondere in München - bei einer Vielzahl der Elemente von einem deutlich höheren Hintergrundniveau der Einträge auszugehen. Zum anderen weisen bei zwei ländlichen Stationen – Weißenstadt und Scheyern - z.T. eindeutig höhere Elementeinträge von Titan bzw. Mangan auf regional wirksame Emissionsquellen hin. Beide Elemente deuten auf eine standortnahe Staubentwicklung hin, im Fall von Scheyern könnte die Nähe zur Landwirtschaft (offene Äcker!) ursächlich sein.

### 4.2.1 Einleitung

Parallel zum Biomonitoring von Metall-Immissionswirkungen mit Weidelgras wird seit 1993 an den Dauerbeobachtungsstationen (DBS) die partikelförmige Gesamtdeposition gemessen. Hierfür werden offene Polypropylenbecher in 1,5 m Höhe für Sammelzeiträume von jeweils 28 Tagen aufgestellt. Mit diesem sogenannten Bergerhoff-Verfahren [VDI 2119 BLATT 2, 1996] wird der nasse und trockene Staubniederschlag und die darin enthaltenen Metalle, bezogen auf eine normierte Fläche ermittelt und als Gesamtdeposition in  $\mu\text{g}/\text{m}^2\text{d}$  angegeben. Man erhält mit dieser messtechnisch recht einfachen und kostengünstigen Methode Informationen zum Stoffeintrag pro Fläche ( $\text{m}^2$ ) während eines bestimmten Zeitraumes (pro Tag). Mit der standardisierten Graskultur werden ebenfalls Metalle untersucht, man erhält dabei aber Aussagen zur Immissionswirkung als Anreicherung in  $\text{mg}/\text{kg}$  TS (vgl. Kap. 3.1). Daten von Bergerhoff-Depositionsuntersuchungen liegen von 1993 bis 2001 von folgenden Dauerbeobachtungsstationen (DBS) vor:

Tab. 4.2.1-1 Daten-Verfügbarkeit der Bergerhoff-Depositionsuntersuchungen an DBS

DBS	1993	1994	1995	1996	1997	1998	1999	2000	2001
Mün	+	+	+	+	+	+	+	+	+
Ein	+	+	+	+	+	+	+	+	+
Shy	+	+	+	+	+	+	+	+	+
Gra	+	+	+	+	+	+	+	+	+
Wbb	-	-	+	+	+	+	+	+	+
Wßs	-	-	+	+	+	+	+	+	+
Bid	-	-	-	-	-	+	+	+	+
Aug	-	-	-	-	-	+	+	+	+

### 4.2.2 Methoden

In den Jahren 1993 und 1995 wurden jeweils 8 Expositionen pro Jahr durchgeführt, beginnend Mitte April bis Jahresende im 4-wöchigen Turnus und damit im wesentlichen parallel mit den Untersuchungen von Weidelgras und Grünkohl. 1994 und seit 1996 wurden ganzjährig Depositionsproben genommen; seit 1996 beginnt das Probenahmejahr Ende Januar mit der ersten Probe, die den 8-wöchigen Zeitraum ab Ende November des Vorjahres abdeckt. Dies ergibt 12 Proben pro Kalenderjahr. Für die weitere Auswertung ist es sinnvoll zeitgleiche Serien heranzuziehen, deshalb wird ab 1996 der Ergebniswert der ersten Serie (8-wöchig) halbiert und ein Teil dem Vorjahr als quasi 13. Serie zugerechnet.

Untersuchungsparameter sind: Deposition von Gesamtstaub (Staub), Arsen (As), Aluminium (Al), Cadmium (Cd), Kobalt (Co), Chrom (Cr), Kupfer (Cu), Eisen (Fe), Mangan (Mn), Nickel (Ni), Blei (Pb), Platin (Pt), Antimon (Sb), Thallium (Tl), Titan (Ti), Vanadium (V) und Zink (Zn). Platin ist in den vor-

handenen Umweltkonzentrationen und mit der verwendeten Analysenmethode (vgl. unten) analytisch nicht bestimmbar, Thallium erst seit 2000. Proben aus dem Jahr 2001 wurden erstmals auch auf Molybdän (Mo) untersucht.



Bild 4.2.2-1: Bergerhoff-Sammler mit Vogelschutzkorb

In Anlehnung an das in der Richtlinie VDI 2119 BLATT 2 beschriebene Verfahren [VDI 1996] werden zur Probenahme Kunststoffbehälter aus Polypropylen mit einem inneren Öffnungsdurchmesser von 9 cm und einem Volumen von 2,0 Litern eingesetzt. Je ein Bergerhoff-Becher pro DBS wird in einem Ständer mit Vogelschutzkorb so aufgestellt, dass die Becheröffnung etwa auf 1,5 Meter Höhe ist (Bild 4.2.2-1). Der Bergerhoff-Becher wird nach einem Sammelzeitraum von 28 Tagen gewechselt (Ausnahmen seit 1996: Start Ende Januar mit einer Probe für den 2 x 28-tägigen Zeitraum ab Ende November des Vorjahres). Im Labor werden grobe Verunreinigungen wie Blätter, Insekten o.ä. mit einer Kunststoffpinzette bzw. einem Kunststoffsieb entfernt; anschließend wird das Niederschlagswasser bis zur Trockne abgedampft und der Staubniederschlag (Deposition) gravimetrisch bestimmt [REIFENHÄUSER ET AL. 1997a]. Der Staubniederschlag wird nach den Vorgaben der VDI 2267 BLATT 4 (1987; Vorgaben für Blei und Cadmium) mit konzentrierter Salpetersäure aufgeschlossen und die Metalle mittels Plasma-Massenspektrometrie (ICP-MS) bestimmt [REIFENHÄUSER ET AL. 1997b].

### 4.2.3 Bewertungsgrundlagen

Die Auswertung erfolgt wie bei den Metallen im Weidelgras serienweise. Analysenergebnisse kleiner der analytischen Nachweisgrenze (halbe NWG: im Anhang in ‚Kleinschrift‘) werden als Werte in Höhe der halben Nachweisgrenze einbezogen.

Die DBS Augsburg wurde erst im Juli 1998 eingerichtet. Daher liegen für 1998 nur 5 von 12 Serien vor. Die Mittelwerte für den Standort Augsburg sind für das entsprechende Jahr daher unter Vorbehalt zu betrachten.

#### Nachweisgrenzen

Die nachfolgenden Tabellen fassen die elementspezifischen Nachweisgrenzen gültig nach Beprobungsjahren zusammen.

Tab. 4.2.3-1 Bergerhoff-Verfahren - Analytische Nachweisgrenzen (NWG in  $\mu\text{g}/\text{m}^2\text{d}$ ) und Nachweis bis 2000

Al	As	Cd	Co	Cr	Cu	Fe	Mn	Mo	Ni	Pb	Pt	Sb	Tl	Ti	V	Zn
10 1994 <100	0,2	0,02 93-95 0,2	0,02 93-95 0,1	0,5 93-94 <0,5	0,2	10	0,2		0,2 1993 * < 0,8	0,2	0,05 94-95 0,1	0,01 1993 0,2	0,05 94-95 0,1	0,5	0,2	0,5
+	+	+	+	+	+	+	+	n.b.	+	+	n.b.	+	n.b.	+	+	+

+: (mehrheitlich) analytisch bestimmbar; n.b.: nicht bestimmbar; \*: 1 Wert < NWG

Tab. 4.2.3.-2 Bergerhoff-Verfahren - Analytische Nachweisgrenzen (NWG in  $\mu\text{g}/\text{m}^2\text{d}$ ) und Nachweis ab 2001

Al	As	Cd	Co	Cr	Cu	Fe	Mn	Mo	Ni	Pb	Pt	Sb	Tl	Ti	V	Zn
1	0,2	0,02	0,01	0,5	0,1	10	0,1	0,005	0,2	0,05	0,002	0,005	0,001	0,5	0,2	0,5
+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	n.b.	+	+	+	+	+

+: (mehrheitlich) analytisch bestimmbar; n.b.: nicht bestimmbar

#### Berechnen des Schwellenwertes SW

Für jeden Expositionszeitraum (Serie) werden der Serienmittelwert (Serien-MW) aus allen Standorten und die 1,96-fache Standardabweichung der Serie (STABW/Serie) berechnet. Werte, die außerhalb des Bereiches Serien-MW + 1,96fache STABW/Serie liegen, werden als „Ausreisser“ gekennzeichnet („nicht geeignete Werte“: im Anhang unterstrichen). Dieser Rechenschritt wird iterativ angewendet, d.h. man rechnet solange, bis keiner der im Serienkollektiv verbleibenden Werte mehr über der Filterschwelle liegt. Dieses Vorgehen berücksichtigt saisonale Einflüsse. Ihm liegt die Annahme zugrunde, dass die Unterschiede der Ergebnisse zwischen den DBS innerhalb einer Serie kleiner sein müssen als zwischen den Ergebnissen des ganzen Jahres: Witterungseffekte haben Auswirkungen auf Staubentwicklung und -deposition. Die Gesamtdosition korreliert deutlich positiv mit der jeweiligen Niederschlagsmenge und weist Maxima in den Sommermonaten und Minima in den Wintermonaten auf, ein gegensätzliches Verhalten zum Schwebstaubgehalt der Luft [BAYSTMLU 1994, REIFENHÄUSER ET AL. 1999]. Die Unterschiede der Witterungsbedingungen zwischen den Standorten sind also innerhalb einer Serie bayernweit geringer als innerhalb des ganzen Jahres. Bei geringerer Schwankungsbreite innerhalb einer Serie werden so Werte als „nicht geeignet“ identifiziert, die innerhalb einer anderen Serie mit Ergebnissen auf höherem Niveau oder mit höherer Schwankungsbreite als „normal“ gelten.

Die „nicht geeigneten Werte“ werden aber in die Berechnung des Standortmittelwerts (Jahres-DBS-Mittelwerte) einbezogen, da die einzelne DBS unter Umständen spezifischen Immissionseinflüssen unterliegt, die für das Gebiet um diese DBS typisch sein können.

Schließlich wird ein Transformationsschritt analog der Weidelgras-Auswertung (vgl. Kap. 3.1) vorgenommen, um für jeden untersuchten Parameter bayernweit gültige Serien-Schwellenwerte (SW/Serie) und einen bayernweit gültigen mittleren Jahres-Schwellenwert (SW) definieren zu können. Einzelergebnisse unterhalb SW/Serie und Standortmittelwerte unterhalb SW des jeweiligen Untersuchungsjahres können als Hintergrundwerte ohne unmittelbaren Immissionseinfluss gesehen werden. Die Berechnung erfolgt (ohne „nicht geeignete Werte“) so: pro Serie eines Jahres werden die Differenzen der Einzelwerte von ihrem Serien-MW gebildet und deren STABW vom Serien-MW berechnet (= Transformation). Der Serien-Schwellenwert ergibt sich nach Serien-MW + 3-fache STABW der Differenzen (= transformierten Werte). Der Schwellenwert für das Untersuchungsjahr (SW) errechnet sich aus dem Mittelwert aller Serien-MW + 3-fache STABW aller transformierten Einzelwerte; er wird durch die n-te Wurzel mit N=Anzahl der Expositionsserien geteilt:

$$\frac{MW(\text{Serien} - MW) + 3 * STABW (\text{der transformierten Werte})}{\sqrt{n}}$$

#### **Unterschied zwischen dem bayernweit gültigem Schwellenwert SW und dem Schwellenwert SW' für ländliche Stationen:**

Der bayernweite Schwellenwert **SW** wird aus allen 8 Stationen berechnet, in den Schwellenwert **SW'** für ländliche Stationen fließen dagegen nur die Ergebniswerte der 6 ländlichen Stationen ein – d.h. die beiden Stadtstationen Augsburg und München bleiben unberücksichtigt.

Dies hat zur Folge, dass der **bayernweite Schwellenwert SW** je nach Element deutlich vom meist niedrigeren „**ländlichen Schwellenwert**“ **SW'** abweicht.

#### **4.2.4 Ergebnisse**

Nachfolgend werden die Ergebnisse der Bergerhoff - Depositionsuntersuchungen von 2000 und 2001 für jeden Parameter in einem gesonderten Abschnitt dargestellt, die Ergebnisse früherer Beprobungen (1993-1999) sind im Anhang tabellarisch zusammengefasst.

Das Ergebniskollektiv wird nach folgenden Darstellungsmethoden aufbereitet:

- Eine Tabelle, die sowohl die Rohdaten pro Standort und Serie abbildet, als auch die Standortmittelwerte pro DBS und Jahr sowie den **bayernweiten Schwellenwert SW**, gültig für alle Stationen - und den Schwellenwert **SW'**, gültig für die **ländlichen Stationen** (ohne Augsburg und München)  
(Tabellen 4.2.4-1 bis -16, jeweils a für 2000, b für 2001).
- Eine Tabelle, die ab 1993 alle Schwellenwerte zusammenfasst: die bayernweiten Schwellenwerte (**SW**) sowie die Schwellenwerte **SW'** gültig für ländliche Stationen und (ohne Augsburg und München).  
(Tabellen 4.2.4-1c bis -14c)
- Ein Diagramm, das den Verlauf der Metalleinträge im Standortmittel und als Schwellenwerte darstellt.  
(Abb. 4.2.4-1 bis -14)

Je Element steht eine Doppelseite zur Verfügung; wo möglich, fasst eine kurze Interpretation das Ergebnis zusammen.

Ein aktuelles Anwendungsbeispiel für Bergerhoffuntersuchungen ist der **Vorschlag** zum Indikator „Eintrag persistenter Stoffe in Ökosysteme“. Im Kapitel 4.2.6 sollen Möglichkeiten der Ableitung und Darstellung dieses Indikators aufgezeigt werden.

<b>Definitionen und Abkürzungen</b>	
<b>Serienmittelwert:</b>	arithmetischer Mittelwert von max. 8 Stationen im Bezugszeitraum einer Serie
<b>Standortmittelwert:</b>	arithmetischer Mittelwert von max. 13 Serien Depositionsproben im Bergerhoff pro Jahr pro DBS;
<b>MW:</b>	Mittelwert aller Serienmittelwerte
<b>STABW pro Serie:</b>	Standardabweichung einzelner Serien
<b>STABW:</b>	Standardabweichung der transformierten Wertematrix
<b>SW pro Serie:</b>	Schwellenwert einzelner Serien
<b>SW:</b>	Bayernweiter Schwellenwert für Standortmittelwerte
<b>SW ':</b>	Schwellenwert der ländlichen Stationen (ohne Augsburg und München) für Standortmittelwerte
<b>Wbb:</b>	Weibersbrunn
<b>Wßs:</b>	Weißenstadt
<b>Ein:</b>	Eining
<b>Shy:</b>	Scheyern
<b>Gra:</b>	Grassau
<b>Bid:</b>	Bidingen
<b>Aug:</b>	Augsburg
<b>Mün:</b>	München

Tab. 4.2.4-1a: Metalleintrag im Bergerhoff 2000: Aluminium

Bergerhoff : Aluminium [ $\mu\text{g}/\text{m}^2\text{d}$ ]															
Serien 2000	26.01.2000	23.02.2000	22.03.2000	19.04.2000	17.05.2000	14.06.2000	12.07.2000	09.08.2000	06.09.2000	04.10.2000	01.11.2000	29.11.2000	26.12.2000	Standort- mittelwert	
Wbb	63	257	496	215	266	131	107	70	145	85	68	13	43	151	
WBS	54	173	310	302	362	155	102	102	161	97	92	35	40	153	
En	50	102	279	545	187	109	191	191	152	162	93	33	28	163	
Shy	59	203	217	275	278	144	346	118	189	91	42	29	36	156	
Gra	51	199	225	157	395	276	*968	156	117	*260	83	34	28	227	
Bld	35	164	356	328	464	221	506	178	194	127	58	48	21	208	
Aug	*111,5	*405	379	262	456	253	418	188	222	135	81	*94,6	56	235	
Mün	*192,5	*612	*683	468	246	325	511	*657	*483	210	*207	*146,4	*131,5	375	
Serien-MW	52	183	323	319	332	202	312	143	169	130	74	32	36		
nach Transformation															
STABWSer.	9	51	98	129	102	78	178	47	35	45	19	11	12		
SWSerie	80	337	616	705	639	436	846	285	274	264	130	66	71		
Berechnung eines Schwellenwertes zur Betrachtung von Standortmittelwerten															
STABW aller transformierten Werte															77
Mittelwert aller Serienmittelwerte															177
<b>SW</b>															<b>241</b>
<b>SW' (ohne Augsburg und München)</b>															<b>214</b>

Tab. 4.2.4-1b: Metalleintrag im Bergerhoff 2001: Aluminium

Bergerhoff : Aluminium [ $\mu\text{g}/\text{m}^2\text{d}$ ]															
Serien 2001	24.01.2001	21.02.2001	21.03.2001	18.04.2001	16.05.2001	13.06.2001	11.07.2001	08.08.2001	05.09.2001	03.10.2001	31.10.2001	28.11.2001	25.12.2001	Standort- mittelwert	
Wbb	43	70	68	99	106	78	283	101	92	71	64	200	28	100	
WBS	40	56	132	97	109	94	364	159	201	75	76	139	40	122	
En	28	50	161	111	114	80	346	407	181	*346	84	88	33	156	
Shy	36	39	141	203	*317	99	335	483	220	52	94	135	28	168	
Gra	28	62	59	102	124	115	*501	135	148	48	53	*566	22	151	
Bld	21	34	78	134	100	86	327	322	380	53	98	44	22	131	
Aug	56	77	135	309	*221	91	302	706	280	57	*270	70	45	201	
Mün	*132	*185	223	256	151	116	226	401	301	*102	*210	*353	*112	213	
Serien-MW	36	56	125	164	117	95	312	339	225	59	78	113	31		
nach Transformation															
STABWSer.	11	15	51	77	17	14	43	192	86	10	16	51	8		
SWSerie	68	99	279	395	168	136	441	915	483	90	126	267	55		
Berechnung eines Schwellenwertes zur Betrachtung von Standortmittelwerten															
STABW aller transformierten Werte															71
Mittelwert aller Serienmittelwerte															135
<b>SW</b>															<b>194</b>
<b>SW' (ohne Augsburg und München)</b>															<b>160</b>

fett = berechnete Werte

fett + kursiv = neu berechneter Serien-MW

klein = Werte halber Nachweisgrenze

grau unterlegt = nach Transformationsschritten berechnete Werte

\* unterstrichen = zur Berechnung des Serien-MW und des SW ungeeigneter Wert

Tab. 4.2.4-1c: Metalleintrag im Bergerhoff: Standortmittel und Schwellenwerte 1993 - 2001: Aluminium

Bergerhoff : Aluminium [ $\mu\text{g}/\text{m}^2\text{d}$ ]									
	1993	1994	1995	1996	1997	1998	1999	2000	2001
Wbb			200	165	199	289	163	151	100
Wßs			289	257	190	294	189	153	122
Ein	235	231	194	125	156	179	173	163	156
Shy	243	244	268	200	150	248	234	156	168
Gra	317	219	203	202	203	295	161	227	151
Bid						272	214	208	131
Aug						486	234	235	201
Mün	442	365	475	332	519	413	357	375	213
SW	411	323	376	287	298	421	264	241	194
SW'	367	300	333	270	252	396	238	214	160

SW: bayernweiter Schwellenwert

SW' Schwellenwert ländlicher Stationen (ohne Augsburg und München)

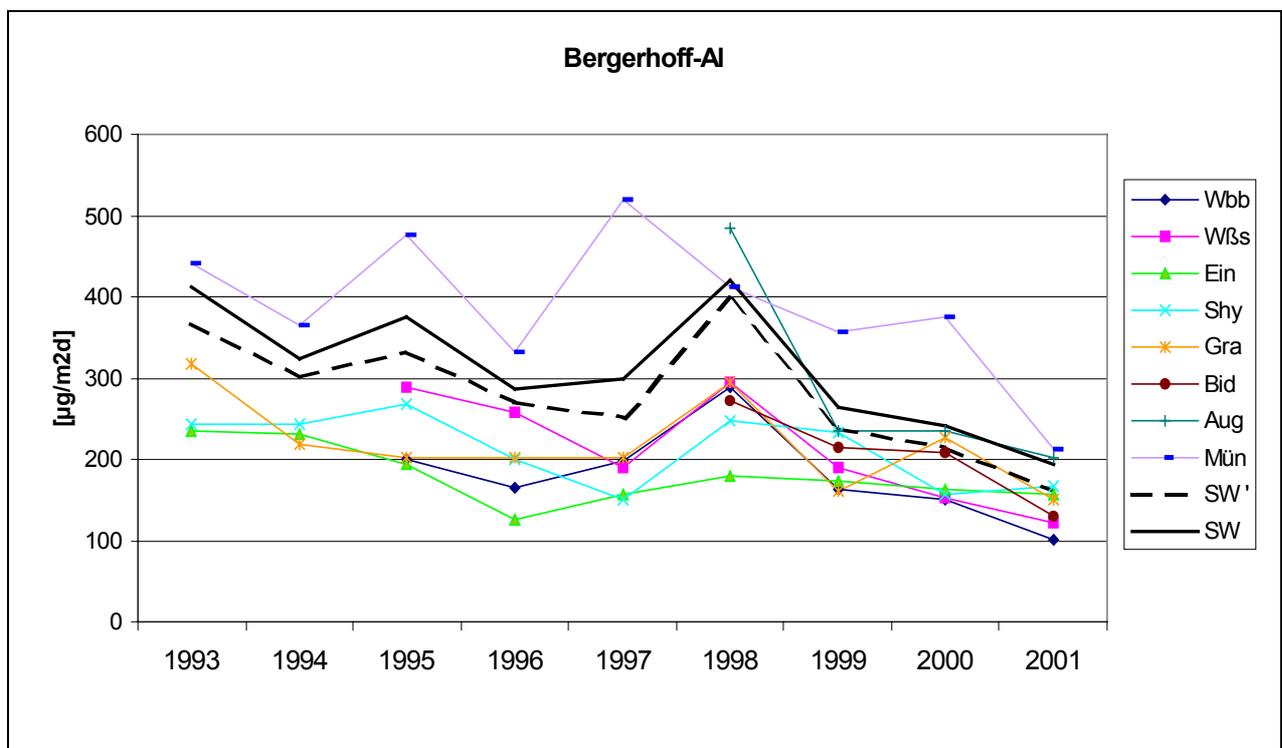


Abb. 4.2.4-1: Metalleintrag im Bergerhoff: Standortmittel und Schwellenwerte 1993 - 2001: Aluminium

Der Aluminiumeintrag ist an allen Stationen seit Beginn der Beprobung rückläufig. Die beiden städtischen DBS haben im Jahresmittel durchweg höhere Einträge zu verzeichnen. Die Station München überschreitet den bayernweiten Schwellenwert **SW** deutlich.

Tab. 4.2.4-2a: Metalleintrag im Bergerhoff 2000: Arsen

Bergerhoff : Arsen [ $\mu\text{g}/\text{m}^2\text{d}$ ]														
Serien 2000	26.01.2000	23.02.2000	22.03.2000	19.04.2000	17.05.2000	14.06.2000	12.07.2000	09.08.2000	06.09.2000	04.10.2000	01.11.2000	29.11.2000	26.12.2000	Standort- mittelwert
Wbb	0,36	0,46	0,73	0,40	0,42	0,28	0,27	0,25	0,32	0,44	0,25	0,10	0,23	<b>0,35</b>
Wfs	0,10	0,31	0,48	<u>*0,748</u>	0,61	0,53	0,10	0,44	0,28	0,23	0,10	0,10	0,14	<b>0,32</b>
En	0,19	0,10	0,10	0,37	0,32	0,25	0,26	0,33	0,10	0,32	0,24	0,10	0,11	<b>0,21</b>
Shy	0,13	0,10	0,23	0,30	0,51	0,10	0,46	0,49	0,10	0,27	0,10	0,10	0,10	<b>0,23</b>
Gra	0,16	0,10	0,29	0,10	0,44	0,38	0,77	0,47	0,26	0,44	0,10	0,10	0,10	<b>0,29</b>
Bld	0,10	0,10	0,20	0,22	0,47	0,35	0,70	0,43	0,10	0,10	0,10	0,10	0,10	<b>0,24</b>
Aug	0,24	0,26	0,39	0,29	0,63	0,43	0,38	0,74	0,30	0,37	0,10	0,10	0,10	<b>0,33</b>
Mün	0,34	0,49	0,68	0,54	0,40	0,58	0,52	0,88	<u>*0,722</u>	0,33	0,34	<u>*0,213</u>	<u>0,20</u>	<b>0,48</b>
Serien-MW	<b>0,20</b>	<b>0,24</b>	<b>0,39</b>	<b>0,32</b>	<b>0,47</b>	<b>0,36</b>	<b>0,43</b>	<b>0,50</b>	<b>0,21</b>	<b>0,31</b>	<b>0,16</b>	<b>0,10</b>	<b>0,14</b>	
nach Transformation														
STABWser.	<b>0,10</b>	<b>0,17</b>	<b>0,23</b>	<b>0,14</b>	<b>0,10</b>	<b>0,15</b>	<b>0,23</b>	<b>0,21</b>	<b>0,10</b>	<b>0,11</b>	<b>0,09</b>	<b>0,00</b>	<b>0,05</b>	
SWSerie	<b>0,51</b>	<b>0,74</b>	<b>1,07</b>	<b>0,74</b>	<b>0,78</b>	<b>0,82</b>	<b>1,11</b>	<b>1,13</b>	<b>0,52</b>	<b>0,65</b>	<b>0,45</b>	<b>0,10</b>	<b>0,29</b>	
Berechnung eines Schwellenwertes zur Betrachtung von Standortmittelwerten														
STABW aller transformierten Werte	<b>0,14</b>													
Mittelwert aller Serienmittelwerte	<b>0,30</b>													
<b>SW</b>	<b>0,41</b>													
<b>SW' (ohne Augsburg und München)</b>	<b>0,38</b>													

Tab. 4.2.4-2b: Metalleintrag im Bergerhoff 2001: Arsen

Bergerhoff : Arsen [ $\mu\text{g}/\text{m}^2\text{d}$ ]														
Serien 2001	24.01.2001	21.02.2001	21.03.2001	18.04.2001	16.05.2001	13.06.2001	11.07.2001	08.08.2001	05.09.2001	03.10.2001	31.10.2001	28.11.2001	25.12.2001	Standort- mittelwert
Wbb	0,23	0,29	0,10	0,51	0,25	0,28	0,27	0,34	0,10	0,32	0,10	0,10	0,14	<b>0,23</b>
Wfs	0,14	0,10	0,10	0,34	0,49	0,23	0,34	0,30	0,28	0,32	0,10	0,10	0,28	<b>0,24</b>
En	0,11	0,10	<u>*0,215</u>	0,25	0,29	0,22	0,34	0,27	0,23	0,48	0,10	0,10	0,23	<b>0,22</b>
Shy	0,10	0,10	0,10	0,36	0,64	0,21	<u>*0,441</u>	0,37	0,25	0,10	0,10	0,10	0,10	<b>0,23</b>
Gra	0,10	0,32	0,10	0,31	0,31	0,10	0,30	0,22	0,10	0,10	0,10	<u>*0,256</u>	0,13	<b>0,19</b>
Bld	0,10	0,10	0,10	0,10	0,20	0,10	<u>*1,02</u>	0,28	0,10	0,27	0,10	0,10	0,10	<b>0,21</b>
Aug	0,10	0,10	0,10	0,42	0,73	0,10	0,34	<u>*0,639</u>	0,29	0,10	0,10	0,10	0,10	<b>0,25</b>
Mün	0,20	0,34	<u>*0,377</u>	0,50	0,54	0,10	0,34	0,24	0,27	0,20	<u>*0,223</u>	<u>*0,397</u>	0,23	<b>0,30</b>
Serien-MW	<b>0,14</b>	<b>0,18</b>	<b>0,10</b>	<b>0,35</b>	<b>0,43</b>	<b>0,17</b>	<b>0,32</b>	<b>0,29</b>	<b>0,20</b>	<b>0,24</b>	<b>0,10</b>	<b>0,10</b>	<b>0,16</b>	
nach Transformation														
STABWser.	<b>0,05</b>	<b>0,11</b>	<b>0,00</b>	<b>0,13</b>	<b>0,18</b>	<b>0,07</b>	<b>0,03</b>	<b>0,05</b>	<b>0,08</b>	<b>0,13</b>	<b>0,00</b>	<b>0,00</b>	<b>0,07</b>	
SWSerie	<b>0,28</b>	<b>0,50</b>	<b>0,10</b>	<b>0,73</b>	<b>0,98</b>	<b>0,38</b>	<b>0,40</b>	<b>0,44</b>	<b>0,44</b>	<b>0,62</b>	<b>0,10</b>	<b>0,10</b>	<b>0,37</b>	
Berechnung eines Schwellenwertes zur Betrachtung von Standortmittelwerten														
STABW aller transformierten Werte	<b>0,09</b>													
Mittelwert aller Serienmittelwerte	<b>0,21</b>													
<b>SW</b>	<b>0,29</b>													
<b>SW' (ohne Augsburg und München)</b>	<b>0,28</b>													

fett = berechnete Werte

fett + kursiv = neu berechneter Serien-MW

klein = Werte halber Nachweisgrenze

grau unterlegt = nach Transformationsschritten berechnete Werte

\* unterstrichen = zur Berechnung des Serien-MW und des SW ungeeigneter Wert

Tab. 4.2.4-2c: Metalleintrag im Bergerhoff: Standortmittelwerte und Schwellenwerte 1993 - 2001: Arsen

Bergerhoff : Arsen [ $\mu\text{g}/\text{m}^2\text{d}$ ]									
	1993	1994	1995	1996	1997	1998	1999	2000	2001
Wbb			0,57	0,32	0,31	0,40	0,35	0,35	0,23
Wßs			0,81	0,71	0,43	0,46	0,44	0,32	0,24
Ein	0,38	0,43	0,32	0,25	0,25	0,20	0,21	0,21	0,22
Shy	0,42	0,33	0,39	0,32	0,22	0,23	0,30	0,23	0,23
Gra	0,38	0,53	0,46	0,56	0,32	0,29	0,30	0,29	0,19
Bid						0,19	0,31	0,24	0,21
Aug						0,48	0,28	0,33	0,25
Mün	0,65	0,48	0,53	0,62	0,58	0,43	0,46	0,48	0,30
SW	0,60	0,61	0,66	0,73	0,51	0,48	0,48	0,41	0,29
SW'	0,53	0,59	0,66	0,71	0,48	0,46	0,47	0,38	0,28

SW: bayernweiter Schwellenwert

SW' Schwellenwert ländlicher Stationen (ohne Augsburg und München)

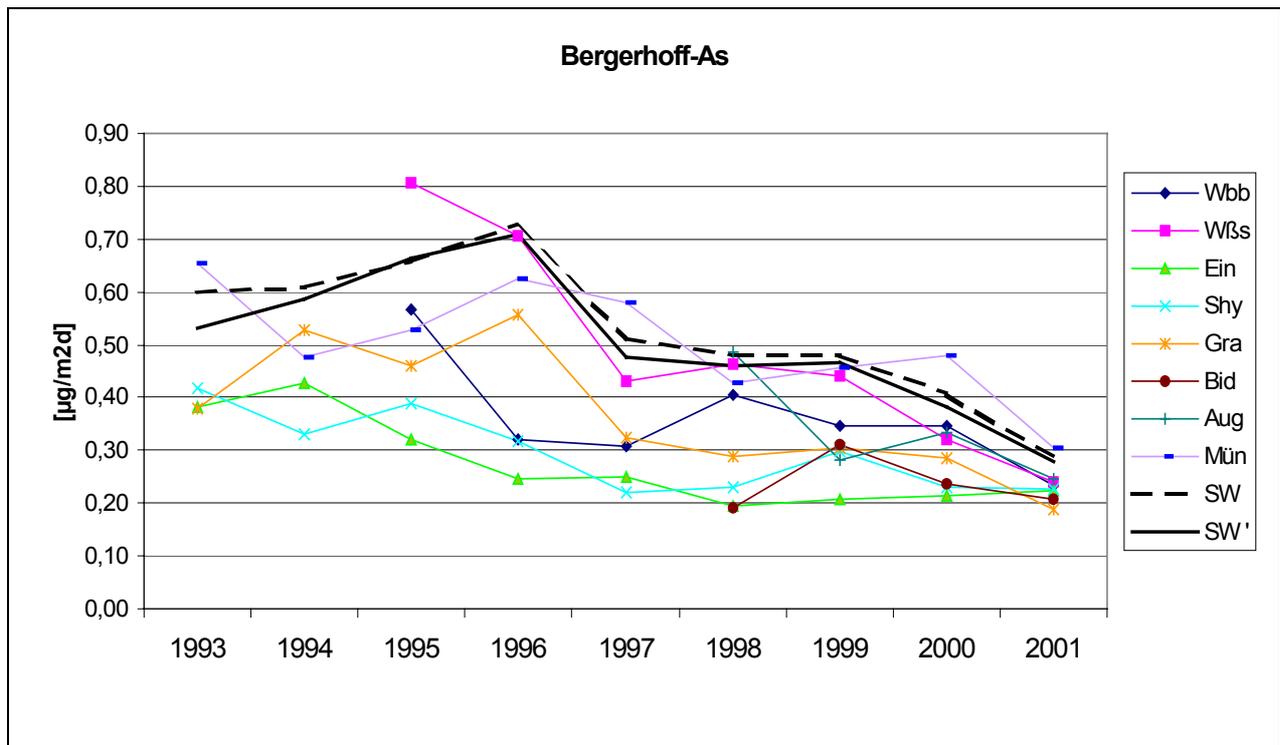


Abb. 4.2.4-2: Metalleintrag im Bergerhoff: Standortmittelwerte und Schwellenwerte 1993 - 2001: Arsen

Der Arseneintrag streute zu Beginn der Beprobung (ab 1993) an den meisten Stationen relativ stark. Die Streuweite verringerte sich kontinuierlich ab 1999, sie ist bei der Beprobung 2001 minimal. Die DBS München und insbesondere Weißenstadt (Nähe zu Tschechien) liegen wechselweise knapp unter bzw. über dem bayernweiten Schwellenwert.

Tab. 4.2.4-3a: Metalleintrag im Bergerhoff 2000: Cadmium

Bergerhoff : Cadmium [ $\mu\text{g}/\text{m}^2\text{d}$ ]														
Serien 2000	26.01.2000	23.02.2000	22.03.2000	19.04.2000	17.05.2000	14.06.2000	12.07.2000	09.08.2000	06.09.2000	04.10.2000	01.11.2000	29.11.2000	26.12.2000	Standort- mittelwert
Wbb	0,29	0,23	0,28	0,08	0,15	0,08	0,14	0,07	0,15	<u>*0,409</u>	0,10	0,03	<u>*0,1135</u>	<b>0,17</b>
Wfs	0,03	0,22	0,28	<u>*0,205</u>	0,17	0,17	0,13	0,09	0,07	0,11	0,12	0,03	<u>*0,079</u>	<b>0,13</b>
Ein	0,16	0,06	0,08	0,10	0,10	0,08	0,09	0,09	0,05	0,08	0,06	0,03	0,04	<b>0,08</b>
Shy	0,11	0,07	0,09	0,10	0,08	0,09	0,15	0,23	0,03	0,18	0,07	0,03	0,03	<b>0,10</b>
Gra	0,15	<u>*0,387</u>	0,18	0,09	0,13	0,14	0,18	0,17	0,09	0,18	0,06	0,03	0,04	<b>0,15</b>
Bld	0,10	0,06	0,14	0,07	0,10	0,13	0,11	0,13	0,14	0,12	0,03	0,03	0,03	<b>0,10</b>
Aug	0,14	0,09	0,11	0,15	0,15	0,11	0,10	0,20	0,06	0,17	0,06	0,03	0,03	<b>0,11</b>
Mün	0,20	0,22	0,20	0,16	0,12	0,18	0,12	0,24	0,13	0,16	0,09	0,03	0,05	<b>0,15</b>
Serien-MW	<b>0,15</b>	<b>0,14</b>	<b>0,17</b>	<b>0,10</b>	<b>0,12</b>	<b>0,12</b>	<b>0,13</b>	<b>0,15</b>	<b>0,09</b>	<b>0,14</b>	<b>0,07</b>	<b>0,03</b>	<b>0,04</b>	
nach Transformation														
STABWser.	0,08	0,08	0,08	0,03	0,03	0,04	0,03	0,07	0,05	0,04	0,03	0,00	0,01	
SWSerie	0,38	0,38	0,41	0,20	0,21	0,24	0,22	0,35	0,23	0,26	0,16	0,03	0,06	
Berechnung eines Schwellenwertes zur Betrachtung von Standortmittelwerten														
STABW aller transformierten Werte	<b>0,05</b>													
Mittelwert aller Serienmittelwerte	<b>0,11</b>													
<b>SW</b>	<b>0,15</b>													
<b>SW' (ohne Augsburg und München)</b>	<b>0,15</b>													

Tab. 4.2.4-3b: Metalleintrag im Bergerhoff 2001: Cadmium

Bergrhoff : Cadmium [ $\mu\text{g}/\text{m}^2\text{d}$ ]														
Serien 2001	24.01.2001	21.02.2001	21.03.2001	18.04.2001	16.05.2001	13.06.2001	11.07.2001	08.08.2001	05.09.2001	03.10.2001	31.10.2001	28.11.2001	25.12.2001	Standort- mittelwert
Wbb	<u>*0,114</u>	0,15	0,10	0,23	0,07	<u>*0,202</u>	0,08	0,09	0,03	0,13	0,06	0,31	0,11	<b>0,13</b>
Wfs	<u>*0,079</u>	0,06	0,08	0,19	0,08	0,07	0,06	0,08	0,08	0,11	0,06	1,19	0,12	<b>0,17</b>
Ein	0,04	0,12	0,08	0,09	0,06	0,07	0,06	0,06	0,06	0,08	0,05	0,08	0,04	<b>0,07</b>
Shy	0,03	0,04	0,02	0,10	<u>*0,139</u>	0,08	0,18	0,08	0,06	0,05	0,05	1,03	0,06	<b>0,15</b>
Gra	0,04	0,10	0,07	0,18	0,09	0,04	0,08	0,09	0,05	0,08	0,03	0,20	0,09	<b>0,09</b>
Bld	0,03	0,06	0,03	0,10	0,07	0,06	0,08	0,11	0,06	0,10	0,03	0,47	0,04	<b>0,10</b>
Aug	0,03	0,06	0,04	0,12	<u>*0,191</u>	0,06	0,09	<u>*0,131</u>	0,06	0,03	0,04	0,26	0,05	<b>0,09</b>
Mün	0,05	0,09	0,08	0,13	0,09	0,08	0,21	0,08	<u>*0,265</u>	0,07	0,08	0,26	0,10	<b>0,12</b>
Serien-MW	<b>0,04</b>	<b>0,09</b>	<b>0,06</b>	<b>0,14</b>	<b>0,08</b>	<b>0,06</b>	<b>0,10</b>	<b>0,08</b>	<b>0,06</b>	<b>0,08</b>	<b>0,05</b>	<b>0,48</b>	<b>0,08</b>	
nach Transformation														
STABWser.	0,01	0,04	0,03	0,05	0,01	0,01	0,05	0,01	0,01	0,03	0,02	0,38	0,03	
SWSerie	0,06	0,19	0,14	0,28	0,11	0,10	0,27	0,13	0,10	0,17	0,10	1,62	0,16	
Berechnung eines Schwellenwertes zur Betrachtung von Standortmittelwerten														
STABW aller transformierten Werte	<b>0,11</b>													
Mittelwert aller Serienmittelwerte	<b>0,11</b>													
<b>SW</b>	<b>0,20</b>													
<b>SW' (ohne Augsburg und München)</b>	<b>0,21</b>													

**fett = berechnete Werte**

**fett + kursiv = neu berechneter Serien-MW**

klein = Werte halber Nachw eisgrenze

grau unterlegt = nach Transformationsschritten berechnete Werte

\* unterstrichen = zur Berechnung des Serien-MW und des SW ungeeigneter Wert

Tab. 4.2.4-3c: Metalleintrag im Bergerhoff : Standortmittel und Schwellenwerte 1993 - 2001: Cadmium

Bergerhoff : Cadmium [ $\mu\text{g}/\text{m}^2\text{d}$ ]									
	1993	1994	1995	1996	1997	1998	1999	2000	2001
Wbb			0,27	0,20	0,20	0,20	0,17	0,17	0,13
WBS			0,24	0,28	0,17	0,17	0,15	0,13	0,18
Ein	0,13	0,14	0,10	0,14	0,12	0,12	0,09	0,08	0,07
Shy	0,15	0,19	0,14	0,20	0,13	0,11	0,10	0,10	0,15
Gra	0,19	0,22	0,20	0,23	0,18	0,17	0,17	0,15	0,09
Bid						0,11	0,12	0,10	0,10
Aug						0,14	0,13	0,11	0,09
Mün	0,42	0,22	0,16	0,27	0,18	0,19	0,27	0,15	0,12
SW	0,35	0,26	0,31	0,30	0,23	0,20	0,17	0,15	0,20
SW'	0,25	0,24	0,32	0,29	0,23	0,21	0,16	0,15	0,21

SW: bayernweiter Schwellenwert

SW' Schwellenwert ländlicher Stationen (ohne Augsburg und München)

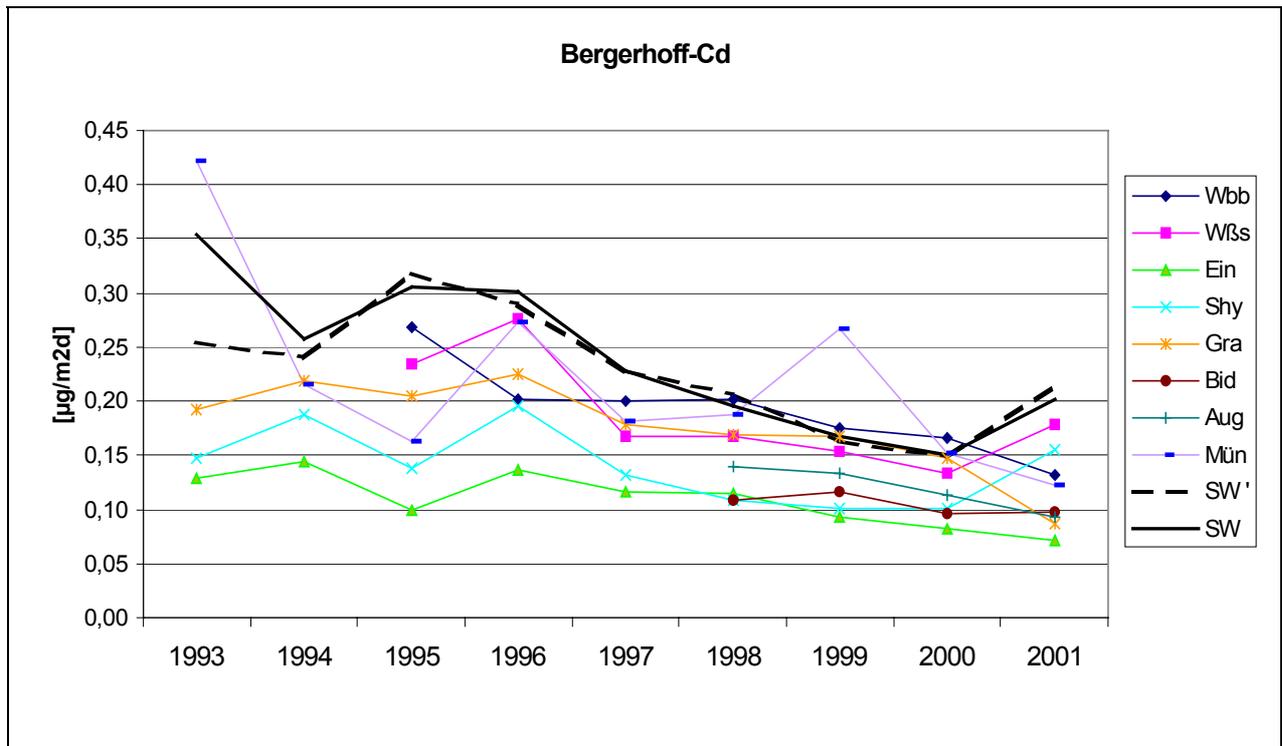


Abb. 4.2.4-3: Metalleintrag im Bergerhoff : Standortmittel und Schwellenwerte 1993 - 2001: Cadmium

Der Eintrag an Cadmium verläuft zwischen 1996 und 2001 an beinahe allen Stationen kontinuierlich abnehmend, mit einer gleichmäßigen Streuweite. Ausnahme dabei stellen die DBS Scheyern und Weißenstadt dar, hier nehmen die Einträge seit 2001 leicht zu.

Tab. 4.2.4-4a: Metalleintrag im Bergerhoff 2000: Kobalt

Bergerhoff : Kobalt [ $\mu\text{g}/\text{m}^2\text{d}$ ]														
Serien 2000	26.01.2000	23.02.2000	22.03.2000	19.04.2000	17.05.2000	14.06.2000	12.07.2000	09.08.2000	06.09.2000	04.10.2000	01.11.2000	29.11.2000	26.12.2000	Standort- mittelwert
Wbb	0,18	0,22	<u>*0,408</u>	0,15	0,23	0,13	0,17	0,12	0,20	0,15	0,09	0,03	0,09	<b>0,17</b>
Wfs	0,06	0,18	0,27	0,26	0,27	0,21	0,14	0,14	0,18	0,12	0,12	0,03	0,05	<b>0,16</b>
En	0,09	0,07	0,16	0,28	0,18	0,14	0,17	0,19	0,17	0,13	0,09	0,04	0,04	<b>0,14</b>
Shy	0,14	0,12	0,15	0,18	0,21	0,19	0,33	0,19	0,18	0,17	0,07	0,04	0,05	<b>0,16</b>
Gra	0,11	0,20	0,22	0,14	0,26	0,25	<u>*0,687</u>	0,23	0,15	0,36	0,08	0,04	0,04	<b>0,23</b>
Bid	0,07	0,15	0,24	0,15	0,30	0,20	0,41	0,20	0,24	0,19	0,05	0,04	0,04	<b>0,19</b>
Aug	0,19	0,20	0,24	0,22	0,34	0,25	0,34	0,24	0,24	0,22	0,11	<u>*0,083</u>	0,07	<b>0,22</b>
Mün	<u>*0,357</u>	<u>*0,396</u>	<u>*0,504</u>	<u>*0,374</u>	0,27	0,32	0,47	<u>*0,626</u>	<u>*0,617</u>	0,30	<u>*0,316</u>	<u>*0,205</u>	<u>*0,1955</u>	<b>0,40</b>
Serien-MW	<b>0,12</b>	<b>0,16</b>	<b>0,21</b>	<b>0,20</b>	<b>0,26</b>	<b>0,21</b>	<b>0,29</b>	<b>0,19</b>	<b>0,20</b>	<b>0,20</b>	<b>0,09</b>	<b>0,04</b>	<b>0,05</b>	
nach Transformation														
STABWSer.	<b>0,05</b>	<b>0,05</b>	<b>0,05</b>	<b>0,06</b>	<b>0,05</b>	<b>0,06</b>	<b>0,13</b>	<b>0,04</b>	<b>0,03</b>	<b>0,08</b>	<b>0,02</b>	<b>0,01</b>	<b>0,02</b>	
SWSerie	<b>0,27</b>	<b>0,32</b>	<b>0,35</b>	<b>0,37</b>	<b>0,41</b>	<b>0,39</b>	<b>0,68</b>	<b>0,32</b>	<b>0,30</b>	<b>0,46</b>	<b>0,15</b>	<b>0,05</b>	<b>0,11</b>	
Berechnung eines Schwellenwertes zur Betrachtung von Standortmittelwerten														
STABW aller transformierten Werte	<b>0,06</b>													
Mittelwert aller Serienmittelwerte	<b>0,17</b>													
<b>SW</b>	<b>0,22</b>													
<b>SW' (ohne Augsburg und München)</b>	<b>0,22</b>													

Tab. 4.2.4-4b: Metalleintrag im Bergerhoff 2001: Kobalt

Bergerhoff : Kobalt [ $\mu\text{g}/\text{m}^2\text{d}$ ]														
Serien 2001	24.01.2001	21.02.2001	21.03.2001	18.04.2001	16.05.2001	13.06.2001	11.07.2001	08.08.2001	05.09.2001	03.10.2001	31.10.2001	28.11.2001	25.12.2001	Standort- mittelwert
Wbb	0,09	0,11	0,10	0,25	0,14	0,14	0,23	0,15	0,08	0,12	0,06	0,11	0,06	<b>0,13</b>
Wfs	0,05	0,06	0,11	0,19	0,20	0,12	0,30	0,20	0,16	0,11	0,06	0,08	0,08	<b>0,13</b>
En	0,04	0,08	0,14	0,17	0,14	0,12	0,25	0,32	0,15	<u>*0,205</u>	0,08	0,09	0,05	<b>0,14</b>
Shy	0,05	0,05	0,07	0,29	0,39	0,15	<u>*0,417</u>	0,42	0,18	0,06	0,07	0,10	0,04	<b>0,18</b>
Gra	0,04	0,08	0,07	0,21	0,19	0,10	0,33	0,16	0,14	0,09	0,05	0,25	0,04	<b>0,13</b>
Bid	0,04	0,04	0,05	0,19	0,13	0,11	0,28	0,41	0,22	0,08	0,07	0,03	0,03	<b>0,13</b>
Aug	0,07	0,08	0,13	<u>*0,453</u>	0,41	0,18	0,27	0,58	0,24	0,06	0,17	0,08	0,06	<b>0,21</b>
Mün	<u>*0,196</u>	<u>*0,25</u>	<u>*0,333</u>	<u>*0,666</u>	0,55	0,18	0,24	0,32	0,27	0,14	0,18	0,28	<u>*0,131</u>	<b>0,29</b>
Serien-MW	<b>0,05</b>	<b>0,07</b>	<b>0,10</b>	<b>0,22</b>	<b>0,27</b>	<b>0,14</b>	<b>0,27</b>	<b>0,32</b>	<b>0,18</b>	<b>0,09</b>	<b>0,09</b>	<b>0,13</b>	<b>0,05</b>	
nach Transformation														
STABWSer.	<b>0,02</b>	<b>0,02</b>	<b>0,03</b>	<b>0,04</b>	<b>0,15</b>	<b>0,03</b>	<b>0,03</b>	<b>0,14</b>	<b>0,06</b>	<b>0,03</b>	<b>0,05</b>	<b>0,08</b>	<b>0,02</b>	
SWSerie	<b>0,10</b>	<b>0,14</b>	<b>0,19</b>	<b>0,34</b>	<b>0,71</b>	<b>0,22</b>	<b>0,37</b>	<b>0,73</b>	<b>0,35</b>	<b>0,18</b>	<b>0,24</b>	<b>0,37</b>	<b>0,10</b>	
Berechnung eines Schwellenwertes zur Betrachtung von Standortmittelwerten														
STABW aller transformierten Werte	<b>0,07</b>													
Mittelwert aller Serienmittelwerte	<b>0,15</b>													
<b>SW</b>	<b>0,21</b>													
<b>SW' (ohne Augsburg und München)</b>	<b>0,17</b>													

**fett = berechnete Werte**

**fett + kursiv = neu berechneter Serien-MW**

klein = Werte halber Nachweisgrenze

grau unterlegt = nach Transformationsschritten berechnete Werte

\* unterstrichen = zur Berechnung des Serien-MW und des SW ungeeigneter Wert

Tab. 4.2.4-4c: Metalleintrag im Bergerhoff: Standortmittel und Schwellenwerte 1993 - 2001: Kobalt

Bergerhoff : Kobalt [ $\mu\text{g}/\text{m}^2\text{d}$ ]									
	1993	1994	1995	1996	1997	1998	1999	2000	2001
Wbb			0,21	0,15	0,27	0,24	0,21	0,17	0,13
Wßs			0,25	0,28	0,23	0,24	0,19	0,16	0,13
Ein	0,25	0,22	0,15	0,15	0,17	0,17	0,15	0,14	0,14
Shy	0,29	0,19	0,19	0,19	0,16	0,20	0,23	0,16	0,18
Gra	0,21	0,23	0,20	0,20	0,20	0,22	0,16	0,23	0,13
Bid						0,17	0,16	0,19	0,13
Aug						0,42	0,21	0,22	0,21
M ün	0,40	0,33	0,37	0,30	0,46	0,31	0,36	0,40	0,29
SW	0,38	0,30	0,28	0,30	0,31	0,31	0,28	0,22	0,21
SW'	0,35	0,28	0,27	0,28	0,29	0,28	0,22	0,22	0,17

SW: bayernweiter Schwellenwert

SW' Schwellenwert ländlicher Stationen (ohne Augsburg und München)

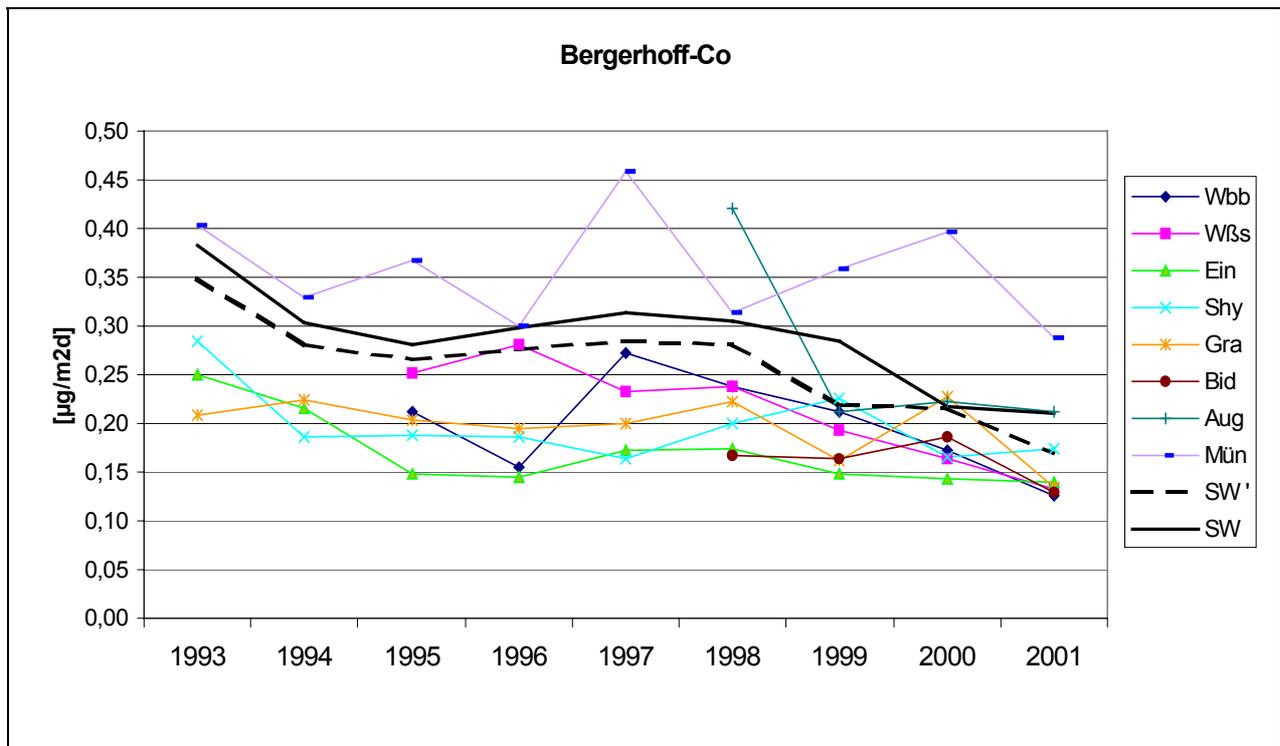


Abb. 4.2.4-4: Metalleintrag im Bergerhoff: Standortmittel und Schwellenwerte 1993 - 2001: Kobalt

Die Streuweite der Kobalteinträge sowie deren absolute Höhe nehmen an den ländlichen DBS bis 2001 kontinuierlich ab. Die Einträge an den beiden städtischen Stationen überschreiten meist den bayernweiten Schwellenwert **SW** (Augsburg: knapp, München: deutlich).

Tab. 4.2.4-5a: Metalleintrag im Bergerhoff 2000: Chrom

Bergerhoff : Chrom [ $\mu\text{g}/\text{m}^2\text{d}$ ]														
Serien 2000	26.01.2000	23.02.2000	22.03.2000	19.04.2000	17.05.2000	14.06.2000	12.07.2000	09.08.2000	06.09.2000	04.10.2000	01.11.2000	29.11.2000	26.12.2000	Standort- mittelwert
Wbb	1,29	1,74	1,45	1,18	0,68	0,86	2,58	0,61	0,86	1,02	0,99	0,25	0,49	1,13
Wfs	0,60	1,70	1,03	1,21	1,08	1,07	1,54	1,57	0,98	0,94	1,06	<u>*3,493</u>	0,38	1,36
En	0,81	0,79	1,30	2,38	0,56	0,78	1,61	1,13	0,79	1,08	0,85	0,54	0,40	1,05
Shy	0,93	1,05	0,92	1,02	0,75	0,96	1,89	1,39	1,59	1,25	1,67	0,25	0,38	1,14
Gra	1,07	2,65	1,32	0,65	1,02	1,96	2,82	1,01	0,65	2,52	1,73	0,25	0,25	1,47
Bld	0,74	0,60	0,99	1,19	1,18	1,55	2,04	1,10	1,35	1,83	0,25	0,25	0,25	1,09
Aug	<u>*2,7</u>	1,77	1,93	1,86	1,85	1,76	2,63	1,86	1,29	1,68	1,29	1,09	<u>*0,755</u>	1,81
Mün	<u>*5,37</u>	<u>*4,63</u>	<u>*5,26</u>	<u>*3,83</u>	1,62	<u>*2,92</u>	2,77	<u>*3,62</u>	<u>*2,61</u>	1,85	2,21	1,76	<u>*1,67</u>	3,20
Serien-MW	<b>0,91</b>	<b>1,47</b>	<b>1,28</b>	<b>1,36</b>	<b>1,09</b>	<b>1,28</b>	<b>2,24</b>	<b>1,24</b>	<b>1,07</b>	<b>1,52</b>	<b>1,26</b>	<b>0,63</b>	<b>0,36</b>	
nach Transformation														
STABWSer.	0,25	0,71	0,35	0,58	0,45	0,47	0,53	0,41	0,34	0,54	0,61	0,59	0,10	
SWSerie	1,65	3,60	2,32	3,09	2,45	2,69	3,81	2,46	2,10	3,16	3,08	2,39	0,67	
Berechnung eines Schwellenwertes zur Betrachtung von Standortmittelwerten														
STABW aller transformierten Werte	<b>0,46</b>													
Mittelwert aller Serienmittelwerte	<b>1,21</b>													
<b>SW</b>	<b>1,59</b>													
<b>SW' (ohne Augsburg und München)</b>	<b>1,40</b>													

Tab. 4.2.4-5b: Metalleintrag im Bergerhoff 2001: Chrom

Bergerhoff : Chrom [ $\mu\text{g}/\text{m}^2\text{d}$ ]														
Serien 2001	24.01.2001	21.02.2001	21.03.2001	18.04.2001	16.05.2001	13.06.2001	11.07.2001	08.08.2001	05.09.2001	03.10.2001	31.10.2001	28.11.2001	25.12.2001	Standort- mittelwert
Wbb	0,49	0,98	1,73	1,25	1,10	1,28	1,05	0,59	1,15	1,06	0,25	1,10	0,40	0,96
Wfs	0,38	0,94	1,31	1,76	0,99	1,10	1,73	0,88	1,07	0,97	0,63	1,08	0,46	1,02
En	0,40	1,07	0,81	0,91	1,20	0,85	1,04	1,22	1,14	1,28	0,81	1,23	0,27	0,94
Shy	0,38	0,56	0,96	1,16	2,17	1,00	1,44	1,31	0,97	0,79	0,67	1,26	0,28	1,00
Gra	0,25	0,81	0,67	2,29	0,98	1,36	1,29	0,89	0,91	0,58	0,59	1,30	0,32	0,94
Bld	0,25	0,74	0,51	1,00	1,07	0,67	1,47	1,13	1,41	0,51	0,25	0,25	0,25	0,73
Aug	0,76	1,05	1,79	2,44	<u>*3,41</u>	<u>*2,58</u>	1,71	<u>*2,8</u>	1,49	0,80	1,18	1,39	0,67	1,70
Mün	<u>*1,67</u>	<u>*3,29</u>	<u>*3,28</u>	<u>*3,46</u>	2,48	1,57	<u>*3,05</u>	<u>*1,97</u>	<u>*2,5</u>	<u>*1,85</u>	<u>*2,2</u>	<u>*2,47</u>	<u>*1,66</u>	2,42
Serien-MW	<b>0,42</b>	<b>0,88</b>	<b>1,11</b>	<b>1,54</b>	<b>1,43</b>	<b>1,12</b>	<b>1,39</b>	<b>1,00</b>	<b>1,16</b>	<b>0,86</b>	<b>0,63</b>	<b>1,09</b>	<b>0,38</b>	
nach Transformation														
STABWSer.	0,16	0,17	0,47	0,58	0,58	0,29	0,26	0,24	0,20	0,25	0,30	0,36	0,14	
SWSerie	0,90	1,39	2,53	3,28	3,16	1,98	2,17	1,73	1,76	1,61	1,52	2,16	0,79	
Berechnung eines Schwellenwertes zur Betrachtung von Standortmittelwerten														
STABW aller transformierten Werte	<b>0,34</b>													
Mittelwert aller Serienmittelwerte	<b>1,00</b>													
<b>SW</b>	<b>1,28</b>													
<b>SW' (ohne Augsburg und München)</b>	<b>1,14</b>													

fett = berechnete Werte

fett + kursiv = neu berechneter Serien-MW

klein = Werte halber Nachweisgrenze

grau unterlegt = nach Transformationsschritten berechnete Werte

\* unterstrichen = zur Berechnung des Serien-MW und des SW ungeeigneter Wert

Tab. 4.2.4-5c: Metalleintrag im Bergerhoff: Standortmittel und Schwellenwerte 1993 - 2001: Chrom

Bergerhoff : Chrom [ $\mu\text{g}/\text{m}^2\text{d}$ ]									
	1993	1994	1995	1996	1997	1998	1999	2000	2001
Wbb			1,31	1,16	2,05	1,47	1,13	1,13	0,96
Wßs			1,81	1,65	1,22	1,39	1,27	1,36	1,02
Ein	0,70	0,57	1,21	0,66	1,07	1,58	1,02	1,05	0,94
Shy	0,73	0,61	1,24	1,10	1,17	1,64	1,23	1,14	1,00
Gra	1,04	1,13	1,35	1,64	1,16	1,81	1,03	1,47	0,94
Bid						1,30	1,09	1,09	0,73
Aug						2,78	1,84	1,81	1,70
Mün	2,75	1,80	2,39	2,96	3,46	3,99	3,97	3,20	2,42
SW	2,20	1,49	1,95	2,26	1,78	2,54	1,51	1,59	1,28
SW'	1,17	1,14	1,82	1,76	1,39	2,26	1,22	1,40	1,14

SW: bayernweiter Schwellenwert

SW' Schwellenwert ländlicher Stationen (ohne Augsburg und München)

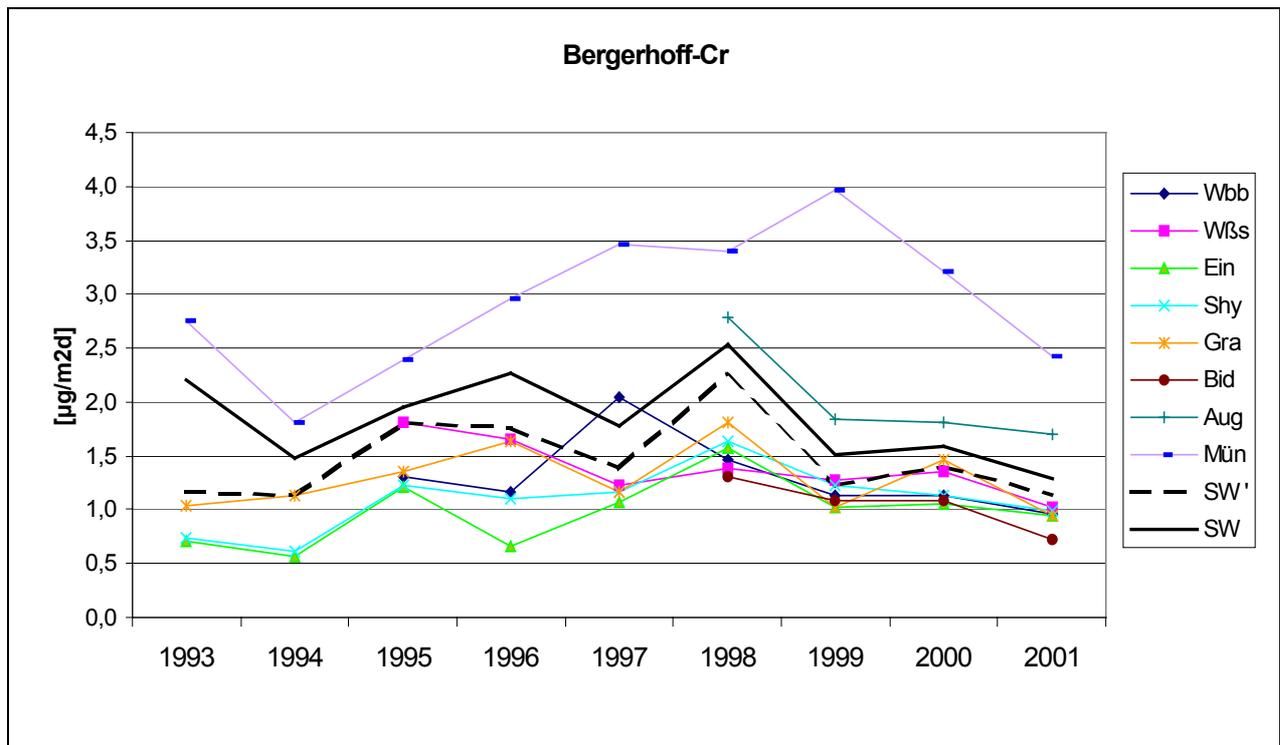


Abb. 4.2.4-5: Metalleintrag im Bergerhoff: Standortmittel und Schwellenwerte 1993 - 2001: Chrom

Die Chromeinträge nahmen an allen Stationen bis einschl. 1998 (München: 1999) zu. Seitdem ist ein schwacher Rückgang zu beobachten. Der bayernweite Schwellenwert **SW** wurde von den städtischen DBS regelmäßig überschritten, v.a. in München eindeutig erkennbar. Die Streuweite an den ländlichen Stationen ist seit 1998 sehr gering.

Tab. 4.2.4-6a: Metalleintrag im Bergerhoff 2000: Kupfer

Serien 2000	26.01.2000	23.02.2000	22.03.2000	19.04.2000	17.05.2000	14.06.2000	12.07.2000	09.08.2000	06.09.2000	04.10.2000	01.11.2000	29.11.2000	26.12.2000	Standort- mittelwert
Wbb	6,5	4,7	5,5	2,9	4,0	4,4	4,2	4,1	4,8	5,6	4,5	7,9	3,7	4,9
Wfs	2,3	7,5	4,4	3,7	3,3	8,3	3,4	4,4	3,4	3,1	3,6	5,0	1,8	4,4
Ein	3,8	2,7	3,1	3,1	3,2	14,2	5,0	12,9	10,4	8,3	3,4	6,4	2,2	6,4
Sny	4,4	2,5	4,0	3,6	3,5	5,5	7,4	8,5	5,8	5,8	3,8	6,9	3,8	5,2
Gra	5,4	13,0	4,3	2,5	3,9	7,0	7,9	6,3	4,6	<u>*26,7</u>	2,9	10,1	3,6	7,9
Btd	3,6	2,4	3,1	2,8	6,4	5,5	7,5	4,1	9,5	9,0	1,9	12,1	3,6	5,7
Aug	<u>*27,8</u>	8,4	<u>*10,4</u>	<u>*6,95</u>	8,5	9,7	8,4	9,7	7,0	7,3	5,7	9,0	4,6	9,9
Mün	<u>*39,1</u>	<u>*29,8</u>	<u>*29,1</u>	<u>*31,1</u>	<u>*14,9</u>	<u>*19,2</u>	<u>*15,6</u>	<u>*21,7</u>	<u>*19,63</u>	13,3	<u>*22,8</u>	<u>*20,45</u>	<u>*17,6</u>	23,1
Serien-MW	4,3	5,9	4,1	3,1	4,7	7,8	6,3	7,1	6,5	7,5	3,7	8,2	3,3	

nach Transformation

STABW/Ser.	1,5	4,0	0,9	0,5	2,0	3,4	2,0	3,4	2,6	3,2	1,2	2,4	1,0
SW/Serie	8,7	17,8	6,8	4,5	10,7	17,9	12,3	17,3	14,4	17,2	7,3	15,4	6,3

Berechnung eines Schwellenwertes zur Betrachtung von Standortmittelwerten

STABW aller transformierten Werte	2,3
Mittelwert aller Serienmittelwerte	5,6
<b>SW</b>	<b>7,5</b>
<b>SW' (ohne Augsburg und München)</b>	<b>6,3</b>

Tab. 4.2.4-6b: Metalleintrag im Bergerhoff 2001: Kupfer

Bergerhoff : Kupfer [ $\mu\text{g}/\text{m}^2\text{d}$ ]														
Serien 2001	24.01.2001	21.02.2001	21.03.2001	18.04.2001	16.05.2001	13.06.2001	11.07.2001	08.08.2001	05.09.2001	03.10.2001	31.10.2001	28.11.2001	25.12.2001	Standort- mittelwert
Wbb	3,7	4,4	5,5	7,2	4,3	6,4	5,1	5,9	5,2	5,2	6,1	7,8	2,2	5,3
Wfs	1,8	2,4	3,4	5,8	5,6	3,8	3,8	6,6	8,0	7,1	5,6	<u>*55,8</u>	2,5	8,6
Ein	2,2	5,0	3,4	5,3	4,1	5,3	6,5	9,4	<u>*11,6</u>	10,0	4,9	5,0	1,8	5,7
Sny	3,8	1,7	2,9	7,0	6,8	5,0	10,5	9,3	7,5	3,7	4,8	5,7	1,9	5,4
Gra	3,6	3,0	3,6	7,4	5,9	4,2	6,8	7,3	4,7	4,1	3,9	4,1	2,9	4,7
Btd	3,6	2,2	2,9	4,6	3,8	3,7	<u>*22,4</u>	10,2	6,4	6,0	5,5	3,3	1,4	5,8
Aug	4,6	5,9	6,3	<u>*10,6</u>	<u>*13,3</u>	5,4	8,7	12,4	7,6	8,1	6,3	6,3	1,4	<u>*6,74</u>
Mün	<u>*17,6</u>	<u>*23,3</u>	<u>*23,6</u>	<u>*24,2</u>	<u>*20,4</u>	<u>*10,8</u>	<u>*16,6</u>	14,1	<u>*21,3</u>	<u>*19,2</u>	<u>*23,6</u>	<u>*20</u>	<u>*17,76</u>	19,4
Serien-MW	3,3	3,5	4,0	6,2	5,1	4,8	6,9	9,4	6,6	6,3	5,3	5,4	2,1	

nach Transformation

STABW/Ser.	0,9	1,5	1,2	1,1	1,1	0,9	2,2	2,7	1,3	2,1	0,8	1,5	0,5
SW/Serie	6,1	8,0	7,7	9,4	8,4	7,5	13,6	17,4	10,3	12,5	7,6	9,7	3,6

Berechnung eines Schwellenwertes zur Betrachtung von Standortmittelwerten

STABW aller transformierten Werte	1,5
Mittelwert aller Serienmittelwerte	5,3
<b>SW</b>	<b>6,6</b>
<b>SW' (ohne Augsburg und München)</b>	<b>6,2</b>

**fett = berechnete Werte**

**fett + kursiv = neu berechneter Serien-MW**

klein = Werte halber Nachweisgrenze

grau unterlegt = nach Transformationsschritten berechnete Werte

\* unterstrichen = zur Berechnung des Serien-MW und des SW ungeeigneter Wert

Tab. 4.2.4-6c: Metalleintrag im Bergerhoff: Standortmittel und Schwellenwerte 1993 - 2001: Kupfer

Bergerhoff : Kupfer [ $\mu\text{g}/\text{m}^2\text{d}$ ]									
	1993	1994	1995	1996	1997	1998	1999	2000	2001
Wbb			6,4	3,7	3,9	5,1	5,2	4,9	5,3
Wßs			5,1	4,1	3,4	3,4	4,5	4,4	8,6
Ein	6,3	4,6	4,3	4,9	4,5	5,5	3,9	6,4	5,7
Shy	4,9	4,9	4,6	5,1	3,8	3,8	4,4	5,2	5,4
Gra	5,1	4,6	5,8	4,7	4,1	4,1	4,5	7,9	4,7
Bid							2,8	4,8	5,7
Aug						8,4	9,5	9,9	7,9
Mün	22,9	17,9	13,8	18,5	17,9	17,6	22,4	23,1	19,4
SW	17,8	11,1	9,7	7,5	7,4	6,9	7,0	7,5	6,6
SW'	7,5	5,7	7,7	6,2	5,6	5,0	5,8	6,3	6,2

SW: bayernweiter Schwellenwert

SW' Schwellenwert ländlicher Stationen (ohne Augsburg und München)

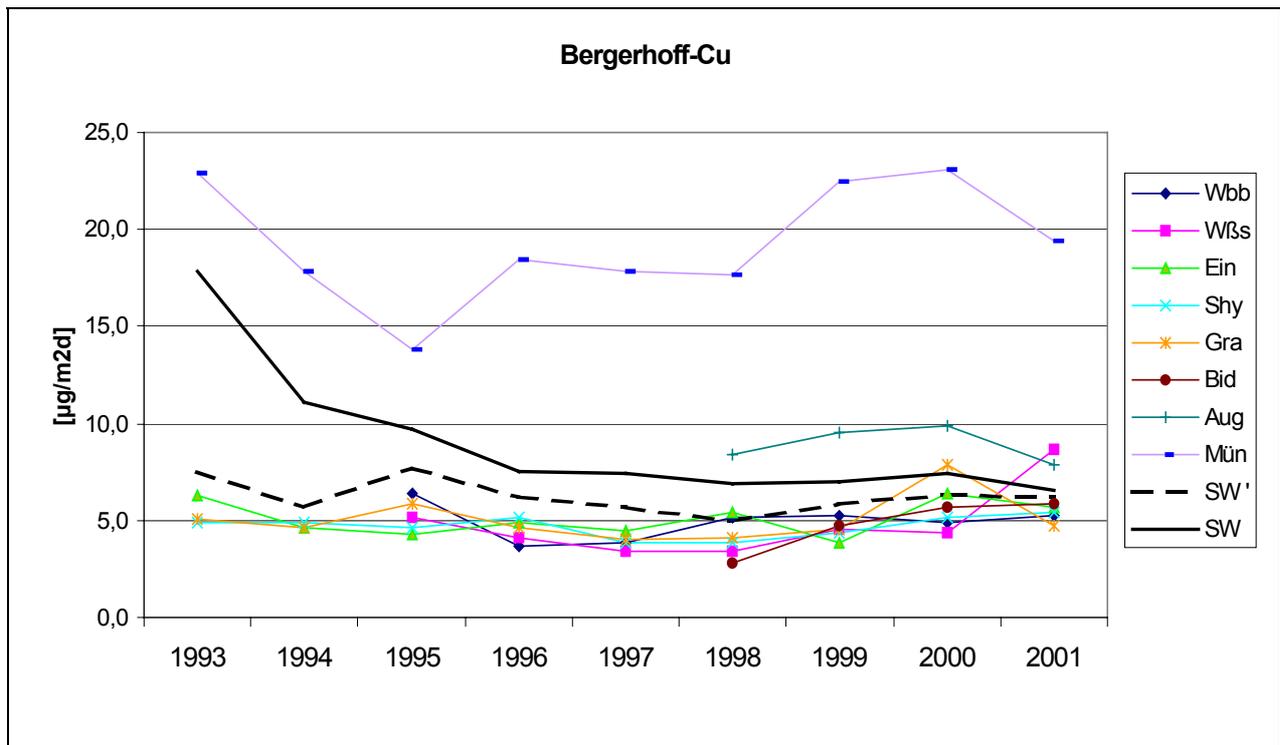


Abb. 4.2.4-6: Metalleintrag im Bergerhoff: Standortmittel und Schwellenwerte 1993 - 2001: Kupfer

Die Kupfereinträge schwanken an den ländlichen Stationen um einen Wert von  $5 \mu\text{g}/\text{m}^2\text{d}$ ; in Weißenstadt ist 2001 ein Anstieg zu beobachten. Die Jahresmittelwerte der DBS Augsburg liegen durchweg über dem bayernweiten Schwellenwert, während die Werte der DBS München als relative Spitzenwerte anzusprechen sind: mindestens doppelt so hoch wie Augsburg, bzw. 4-fach erhöht gegenüber den ländlichen DBS.

Tab. 4.2.4-7a: Metalleintrag im Bergerhoff 2000: Eisen

Bergerhoff : Eisen [ $\mu\text{g}/\text{m}^2\text{d}$ ]														
Serien 2000	26.01.2000	23.02.2000	22.03.2000	19.04.2000	17.05.2000	14.06.2000	12.07.2000	09.08.2000	06.09.2000	04.10.2000	01.11.2000	29.11.2000	26.12.2000	Standort- mittelwert
Wbb	212	350	589	316	349	209	202	115	215	141	118	50	90	239
Wfs	144	267	330	393	514	250	157	186	255	134	153	53	68	236
En	131	113	314	550	265	164	251	272	192	214	134	50	54	221
Shy	186	212	253	319	376	211	457	185	258	138	72	50	63	226
Gra	146	266	229	187	501	378	1213	256	170	379	124	57	49	326
Bld	68	167	379	332	612	296	674	296	253	190	72	63	27	283
Aug	<u>*508</u>	543	541	427	681	456	605	383	<u>*387</u>	262	206	<u>*231</u>	<u>*171,5</u>	436
Mün	<u>*1354</u>	<u>*1351</u>	<u>*1467</u>	<u>*970</u>	492	<u>*679</u>	900	<u>*1327</u>	<u>*1122</u>	449	<u>*694</u>	<u>*526</u>	<u>*441,5</u>	944
Serien-MW	148	274	376	361	474	281	557	242	224	238	126	54	58	
nach Transformation														
STABWser.	50	141	139	113	138	104	369	88	37	118	47	5	21	
SWSerie	297	697	792	698	888	593	1665	506	336	593	265	70	122	
Berechnung eines Schwellenwertes zur Betrachtung von Standortmittelwerten														
STABW aller transformierten Werte	136													
Mittelwert aller Serienmittelwerte	262													
<b>SW</b>	<b>376</b>													
<b>SW' (ohne Augsburg und München)</b>	<b>283</b>													

Tab. 4.2.4-7b: Metalleintrag im Bergerhoff 2001: Eisen

Bergerhoff : Eisen [ $\mu\text{g}/\text{m}^2\text{d}$ ]														
Serien 2001	24.01.2001	21.02.2001	21.03.2001	18.04.2001	16.05.2001	13.06.2001	11.07.2001	08.08.2001	05.09.2001	03.10.2001	31.10.2001	28.11.2001	25.12.2001	Standort- mittelwert
Wbb	90	127	149	196	189	148	353	130	124	153	63	284	65	159
Wfs	68	93	226	233	234	188	480	228	266	159	76	194	88	195
En	54	89	218	215	172	152	419	397	218	437	115	114	53	204
Shy	63	63	172	384	574	206	552	538	291	108	128	166	48	253
Gra	49	113	121	220	247	210	600	175	195	112	85	666	41	218
Bld	27	49	105	260	188	155	443	316	384	95	115	49	34	171
Aug	<u>*172</u>	<u>*218</u>	324	644	616	258	509	<u>*929</u>	427	175	<u>*371</u>	255	<u>*159</u>	389
Mün	<u>*442</u>	<u>*747</u>	<u>*914</u>	754	378	<u>*348</u>	540	557	560	420	<u>*581</u>	781	<u>*455</u>	575
Serien-MW	59	89	188	363	325	188	487	334	308	207	97	314	55	
nach Transformation														
STABWser.	19	27	70	203	168	37	75	158	132	130	24	248	18	
SWSerie	116	169	397	973	827	300	712	807	705	598	168	1058	108	
Berechnung eines Schwellenwertes zur Betrachtung von Standortmittelwerten														
STABW aller transformierten Werte	132													
Mittelwert aller Serienmittelwerte	232													
<b>SW</b>	<b>341</b>													
<b>SW' (ohne Augsburg und München)</b>	<b>233</b>													

fett = berechnete Werte

fett + kursiv = neu berechneter Serien-MW

klein = Werte halber Nachweisgrenze

grau unterlegt = nach Transformationsschritten berechnete Werte

\* unterstrichen = zur Berechnung des Serien-MW und des SW ungeeigneter Wert

Tab. 4.2.4-7c: Metalleintrag im Bergerhoff: Standortmittel und Schwellenwerte 1993 - 2001: Eisen

Bergerhoff : Eisen [ $\mu\text{g}/\text{m}^2\text{d}$ ]									
	1993	1994	1995	1996	1997	1998	1999	2000	2001
Wbb			321	189	275	314	234	239	159
Wßs			407	324	282	343	283	236	195
Ein	265		284	180	215	227	213	221	204
Shy	253		351	238	235	293	325	226	253
Gra	331		268	255	267	368	230	326	218
Bid						278	303	283	171
Aug						776	403	436	389
Mün	767		725	653	981	817	852	944	575
SW	627		557	415	509	520	361	376	341
SW'	394		462	339	351	432	288	283	233

SW: bayernweiter Schwellenwert

SW' Schwellenwert ländlicher Stationen (ohne Augsburg und München)

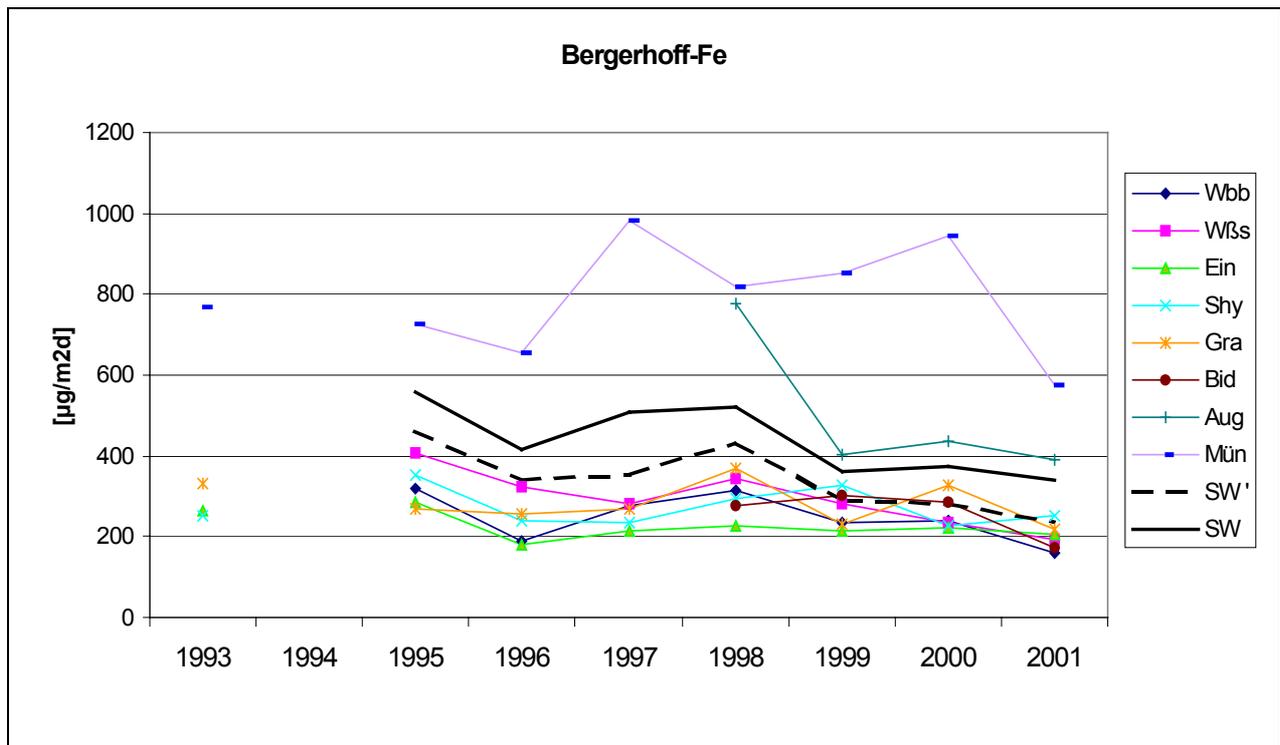


Abb. 4.2.4-7: Metalleintrag im Bergerhoff: Standortmittel und Schwellenwerte 1993 - 2001: Eisen

Der Eintrag an Eisen schwankt an den ländlichen Stationen zwischen 200 und 400  $\mu\text{g}/\text{m}^2\text{d}$  und nimmt seit Beginn der Beprobungen tendenziell ab. Die Stationen Augsburg und München liegen deutlich über dem Niveau der übrigen Stationen: München zwischen 600 und 1000  $\mu\text{g}/\text{m}^2\text{d}$ . Die beiden städtischen DBS überschreiten den bayernweiten Schwellenwert **SW** regelmäßig.

Tab. 4.2.4-8a: Metalleintrag im Bergerhoff 2000: Mangan

Bergerhoff : Mangan [ $\mu\text{g}/\text{m}^2\text{d}$ ]														
Serien 2000	26.01.2000	23.02.2000	22.03.2000	19.04.2000	17.05.2000	14.06.2000	12.07.2000	09.08.2000	06.09.2000	04.10.2000	01.11.2000	29.11.2000	26.12.2000	Standort- mittelwert
Wbb	14,3	16,4	<u>*26,7</u>	7,4	33,5	13,3	12,3	39,8	13,2	<u>*24,9</u>	12,7	1,2	4,7	<b>18,0</b>
Wfs	2,2	11,1	17,6	14,5	21,8	<u>*58,2</u>	7,8	23,5	7,8	6,4	22,7	1,8	3,5	<b>16,3</b>
En	7,7	6,8	11,7	16,1	14,0	7,7	11,9	10,7	11,0	10,3	5,4	2,9	3,0	<b>9,7</b>
Shy		29,6	13,8	<u>*58,1</u>	<u>*76,1</u>	20,7	29,9	13,1	17,1	12,6	<u>*47,7</u>	<u>*76,2</u>	<u>*32,65</u>	<b>35,9</b>
Gra	9,2	12,6	14,2	9,3	17,2	12,8	<u>*42,1</u>	13,0	12,2	<u>*37,1</u>	5,1	3,7	2,3	<b>15,7</b>
Bld	4,5	6,3	14,3	11,7	19,7	12,4	22,5	10,4	8,7	10,3	3,6	2,1	2,5	<b>10,5</b>
Aug	17,5	15,7	14,9	13,4	25,3	15,1	19,9	11,8	12,9	12,4	7,2	5,2	5,4	<b>14,3</b>
Mün	<u>*28,8</u>	29,4	<u>*35</u>	<u>*27,7</u>	30,1	18,6	25,7	31,8	<u>*31,5</u>	14,6	18,6	<u>*12,79</u>	<u>*11,1</u>	<b>25,4</b>
Serien-MW	<b>9,2</b>	<b>16,0</b>	<b>14,4</b>	<b>12,1</b>	<b>23,1</b>	<b>14,4</b>	<b>18,6</b>	<b>19,3</b>	<b>11,8</b>	<b>11,1</b>	<b>10,8</b>	<b>2,8</b>	<b>3,6</b>	
nach Transformation														
STABWser.	5,8	9,1	1,9	3,3	7,0	4,3	8,1	11,2	3,1	2,8	7,4	1,5	1,2	
SWSerie	26,6	43,3	20,1	21,9	44,0	27,2	43,0	52,9	21,1	19,6	33,1	7,2	7,3	
Berechnung eines Schwellenwertes zur Betrachtung von Standortmittelwerten														
STABW aller transformierten Werte	<b>5,9</b>													
Mittelwert aller Serienmittelwerte	<b>12,8</b>													
<b>SW</b>	<b>17,7</b>													
<b>SW' (ohne Augsburg und München)</b>	<b>16,9</b>													

Tab. 4.2.4-8b: Metalleintrag im Bergerhoff 2001: Mangan

Bergerhoff : Mangan [ $\mu\text{g}/\text{m}^2\text{d}$ ]														
Serien 2001	24.01.2001	21.02.2001	21.03.2001	18.04.2001	16.05.2001	13.06.2001	11.07.2001	08.08.2001	05.09.2001	03.10.2001	31.10.2001	28.11.2001	25.12.2001	Standort- mittelwert
Wbb	4,7	7,3	5,0	12,8	14,1	14,2	14,1	12,1	8,9	6,8	5,9	6,7	8,3	<b>9,3</b>
Wfs	3,5	3,6	4,9	8,2	9,6	9,1	13,2	15,7	7,3	4,8	2,8	3,5	3,3	<b>6,9</b>
En	3,0	5,8	7,8	7,6	8,9	8,4	14,3	16,1	8,1	<u>*32,9</u>	5,5	6,5	3,3	<b>9,9</b>
Shy	<u>*32,65</u>	<u>*57,5</u>	6,2	<u>*43</u>	<u>*106</u>	12,8	<u>*106</u>	<u>*82,6</u>	12,8	3,8	11,8	<u>*204</u>	<u>*22,75</u>	<b>54,0</b>
Gra	2,3	5,8	3,8	11,3	14,4	5,1	16,7	8,2	7,3	4,0	6,7	8,9	2,2	<b>7,4</b>
Bld	2,5	3,2	2,1	9,3	7,2	5,6	16,3	12,2	8,6	4,7	3,4	1,7	1,8	<b>6,1</b>
Aug	5,4	7,9	7,3	17,7	27,4	10,3	16,9	<u>*50,1</u>	12,7	3,5	9,2	6,7	6,4	<b>14,0</b>
Mün	<u>*11,1</u>	<u>*19</u>	<u>*24,5</u>	<u>*23,8</u>	33,0	12,8	17,5	15,3	<u>*19,3</u>	7,4	12,4	<u>*19,6</u>	12,0	<b>17,5</b>
Serien-MW	<b>3,6</b>	<b>5,6</b>	<b>5,3</b>	<b>11,2</b>	<b>16,4</b>	<b>9,8</b>	<b>15,6</b>	<b>13,3</b>	<b>9,4</b>	<b>5,0</b>	<b>7,2</b>	<b>5,6</b>	<b>5,3</b>	
nach Transformation														
STABWser.	1,1	1,7	1,8	3,4	9,2	3,2	1,5	2,8	2,2	1,4	3,4	2,4	3,5	
SWSerie	7,0	10,8	10,8	21,4	44,0	19,3	20,2	21,6	16,0	9,2	17,3	12,8	15,8	
Berechnung eines Schwellenwertes zur Betrachtung von Standortmittelwerten														
STABW aller transformierten Werte	<b>3,6</b>													
Mittelwert aller Serienmittelwerte	<b>8,7</b>													
<b>SW</b>	<b>11,7</b>													
<b>SW' (ohne Augsburg und München)</b>	<b>10,2</b>													

fett = berechnete Werte

fett + kursiv = neu berechneter Serien-MW

klein = Werte halber Nachweisgrenze

grau unterlegt = nach Transformationschritten berechnete Werte

\* unterstrichen = zur Berechnung des Serien-MW und des SW ungeeigneter Wert

Tab. 4.2.4-8c: Metalleintrag im Bergerhoff: Standortmittel und Schwellenwerte 1993 - 2001: Mangan

Bergerhoff : Mangan [ $\mu\text{g}/\text{m}^2\text{d}$ ]									
	1993	1994	1995	1996	1997	1998	1999	2000	2001
Wbb			32	10	19	29	25	18	9
Wßs			24	16	18	20	16	16	7
Ein	11	11	12	17	11	11	8	10	10
Shy	12	19	72	40	41	28	33	36	54
Gra	13	19	14	25	15	12	12	16	7
Bid						11	9	11	6
Aug						32	18	14	14
Mün	23	18	25	19	34	21	20	25	18
SW	19	26	73	38	35	24	21	18	12
SW'	15	27	50	46	34	23	19	17	10

SW: bayernweiter Schwellenwert

SW' Schwellenwert ländlicher Stationen (ohne Augsburg und München)

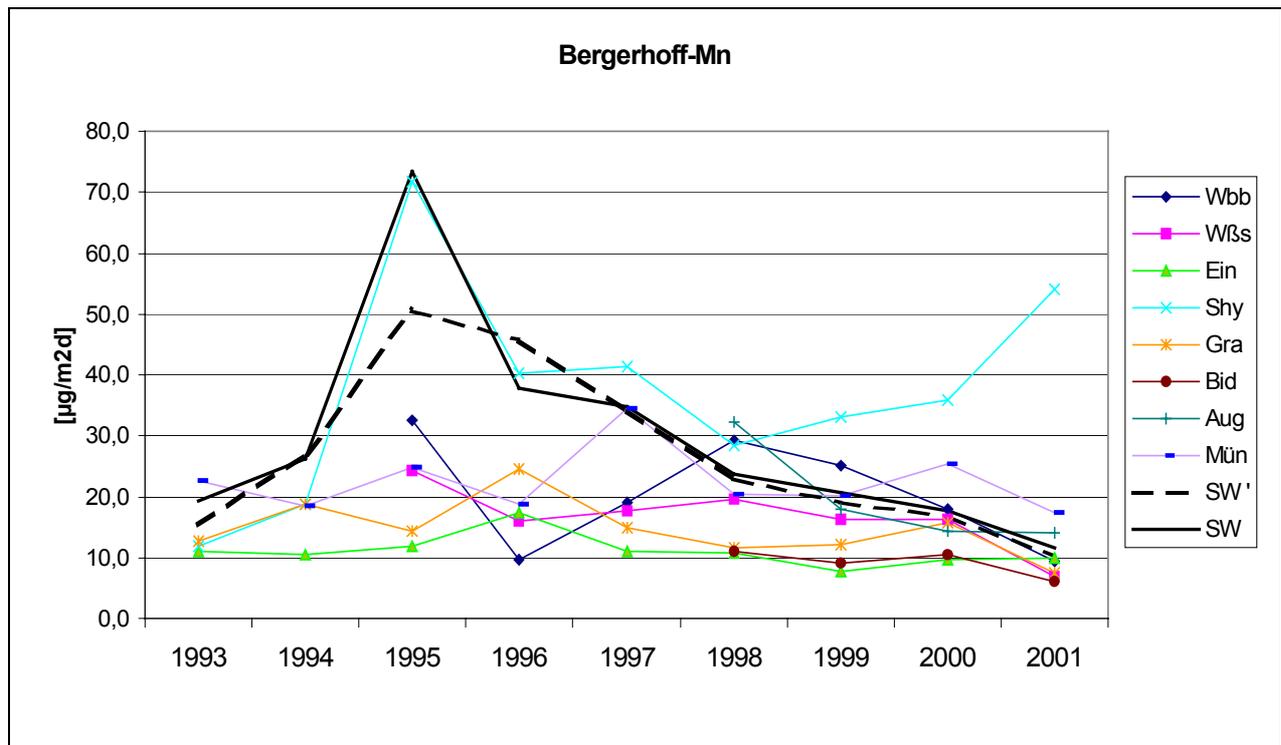


Abb. 4.2.4-8: Metalleintrag im Bergerhoff: Standortmittel und Schwellenwerte 1993 - 2001: Mangan

Der Eintrag an Mangan stellt sich an den Dauerbeobachtungsstationen sehr unterschiedlich dar: auf der einen Seite die Gruppe der ländlichen Stationen mit geringer Streuweite bei tendenzieller Abnahme der absoluten Einträge (Eining, Grassau, Weißenstadt, Bidingen und in eingeschränkter Form auch Weibersbrunn) und auf der anderen Seite die Station Scheyern, die sowohl hinsichtlich der absoluten Einträge als auch bei deren Streuweite eine Sonderstellung einnimmt. Die Schwellenwerte SW und SW' wurden hier beinahe regelmäßig überschritten. Bei der Beprobung 2001 verzeichnete Scheyern bereits die fünffachen Einträge der übrigen ländlichen Stationen.

Tab. 4.2.4-9a: Metalleintrag im Bergerhoff 2000: Nickel

Bergerhoff : Nickel [ $\mu\text{g}/\text{m}^2\text{d}$ ]														
Serien 2000	26.01.2000	23.02.2000	22.03.2000	19.04.2000	17.05.2000	14.06.2000	12.07.2000	09.08.2000	06.09.2000	04.10.2000	01.11.2000	29.11.2000	26.12.2000	Standort- mittelwert
Wbb	2,47	2,18	1,81	1,13	1,77	0,97	1,63	1,22	2,65	0,90	1,39	0,34	0,76	<b>1,54</b>
Wfs	0,74	2,74	4,04	1,04	2,33	1,49	1,51	1,64	1,68	0,62	1,05	0,59	0,45	<b>1,62</b>
En	1,06	<u>*11,4</u>	<u>*6,47</u>		1,88	1,60	2,03	1,27	1,66	0,64	0,87	0,38	0,53	<b>2,66</b>
Shy	1,24	1,02	1,52	0,99	2,45	1,40	1,97	1,40	1,84	1,36	1,15	0,30	0,27	<b>1,39</b>
Gra	1,40	4,59	1,44	0,78	2,52	2,13	2,75	1,45	2,78	<u>*10,6</u>	1,45	0,29	0,29	<b>2,68</b>
Bld	1,13	0,86	1,05	<u>*7,6</u>	2,50	1,42	2,13	1,58	<u>*12,11</u>	2,82	0,40	0,27	<u>*4,745</u>	<b>2,82</b>
Aug	2,88	5,07	1,91	<u>*68,6</u>	2,77	1,60	2,04	<u>*2,41</u>	1,96	1,35	0,87	0,70	0,57	<b>7,68</b>
Mün	3,23	2,95	3,22	2,28	2,35	<u>*3,02</u>	2,55	<u>*3,71</u>	<u>*4,65</u>	1,63	1,90	<u>*1,321</u>	<u>1,07</u>	<b>2,73</b>
Serien-MW	<b>1,77</b>	<b>2,77</b>	<b>2,14</b>	<b>1,24</b>	<b>2,32</b>	<b>1,52</b>	<b>2,08</b>	<b>1,43</b>	<b>2,10</b>	<b>1,33</b>	<b>1,14</b>	<b>0,41</b>	<b>0,48</b>	
nach Transformation														
STABWser.	0,94	1,62	1,08	0,59	0,34	0,34	0,42	0,17	0,49	0,76	0,45	0,17	0,18	
SWSerie	4,60	7,63	5,38	3,02	3,33	2,55	3,33	1,92	3,58	3,61	2,49	0,91	1,03	
Berechnung eines Schwellenwertes zur Betrachtung von Standortmittelwerten														
STABW aller transformierten Werte	<b>0,67</b>													
Mittelwert aller Serienmittelwerte	<b>1,59</b>													
<b>SW</b>	<b>2,15</b>													
<b>SW' (ohne Augsburg und München)</b>	<b>2,09</b>													

Tab. 4.2.4-9b: Metalleintrag im Bergerhoff 2001: Nickel

Bergerhoff : Nickel [ $\mu\text{g}/\text{m}^2\text{d}$ ]														
Serien 2001	24.01.2001	21.02.2001	21.03.2001	18.04.2001	16.05.2001	13.06.2001	11.07.2001	08.08.2001	05.09.2001	03.10.2001	31.10.2001	28.11.2001	25.12.2001	Standort- mittelwert
Wbb	0,8	0,9	1,7	1,7	1,1	<u>*2,32</u>	1,9	0,8	0,8	2,1	1,4	1,1	0,8	<b>1,3</b>
Wfs	0,5	0,7	1,1	1,5	1,2	1,4	1,6	1,2	1,4	1,4	1,3	1,8	0,7	<b>1,2</b>
En	0,5	1,6	1,2	1,1	1,3	1,2	1,7	1,5	1,6	<u>*3,29</u>	1,1	1,0	0,4	<b>1,3</b>
Shy	0,3	0,3	0,6	1,5	1,8	1,3	<u>*2,82</u>	1,6	1,1	0,8	1,2	1,5	0,4	<b>1,2</b>
Gra	0,3	0,6	0,7	1,7	1,2	1,2	1,5	1,2	0,9	1,7	1,0	1,2	0,8	<b>1,1</b>
Bld	<u>*4,75</u>	0,4	0,6	1,1	0,9	1,1	1,4	2,5	1,4	1,1	1,2	0,8	0,3	<b>1,4</b>
Aug	0,6	0,7	1,4	<u>*3,01</u>	2,7	1,6	1,7	2,2	1,5	0,8	1,1	0,9	0,5	<b>1,4</b>
Mün	1,1	1,8	2,2	2,5	2,7	1,5	2,0	1,5	1,7	1,2	<u>*1,84</u>	1,5	1,0	<b>1,7</b>
Serien-MW	<b>0,6</b>	<b>0,9</b>	<b>1,2</b>	<b>1,6</b>	<b>1,6</b>	<b>1,3</b>	<b>1,7</b>	<b>1,5</b>	<b>1,3</b>	<b>1,3</b>	<b>1,2</b>	<b>1,2</b>	<b>0,6</b>	
nach Transformation														
STABWser.	0,3	0,5	0,5	0,4	0,7	0,2	0,2	0,5	0,3	0,4	0,1	0,3	0,2	
SWSerie	1,3	2,5	2,7	2,9	3,6	1,8	2,2	3,1	2,2	2,6	1,6	2,1	1,3	
Berechnung eines Schwellenwertes zur Betrachtung von Standortmittelwerten														
STABW aller transformierten Werte	<b>0,4</b>													
Mittelwert aller Serienmittelwerte	<b>1,2</b>													
<b>SW</b>	<b>1,6</b>													
<b>SW' (ohne Augsburg und München)</b>	<b>1,4</b>													

fett = berechnete Werte

fett + kursiv = neu berechneter Serien-MW

klein = Werte halber Nachw eisgrenze

grau unterlegt = nach Transformationsschritten berechnete Werte

\* unterstrichen = zur Berechnung des Serien-MW und des SW ungeeigneter Wert

Tab. 4.2.4-9c: Metalleintrag im Bergerhoff: Standortmittel und Schwellenwerte 1993 - 2001: Nickel

Bergerhoff : Nickel [ $\mu\text{g}/\text{m}^2\text{d}$ ]									
	1993	1994	1995	1996	1997	1998	1999	2000	2001
Wbb			1,1	1,3	3,5	1,8	1,7	1,5	1,3
Wßs			2,3	2,0	1,8	1,7	1,6	1,6	1,2
Ein	1,1	1,3	0,9	1,0	1,4	1,8	1,3	2,7	1,3
Shy	1,1	1,2	1,3	1,3	1,3	1,7	1,2	1,4	1,2
Gra	1,4	1,7	1,1	1,5	1,5	1,9	1,3	2,7	1,1
Bid						1,5	1,3	2,8	1,4
Aug						2,2	1,7	7,7	1,4
Mün	2,2	2,6	2,0	2,7	3,4	3,0	2,6	2,7	1,7
SW	2,0	2,2	1,8	2,2	2,5	2,5	1,8	2,1	1,6
SW'	1,8	1,9	1,7	1,8	2,0	2,3	1,6	2,1	1,4

SW: bayernweiter Schwellenwert

SW' Schwellenwert ländlicher Stationen (ohne Augsburg und München)

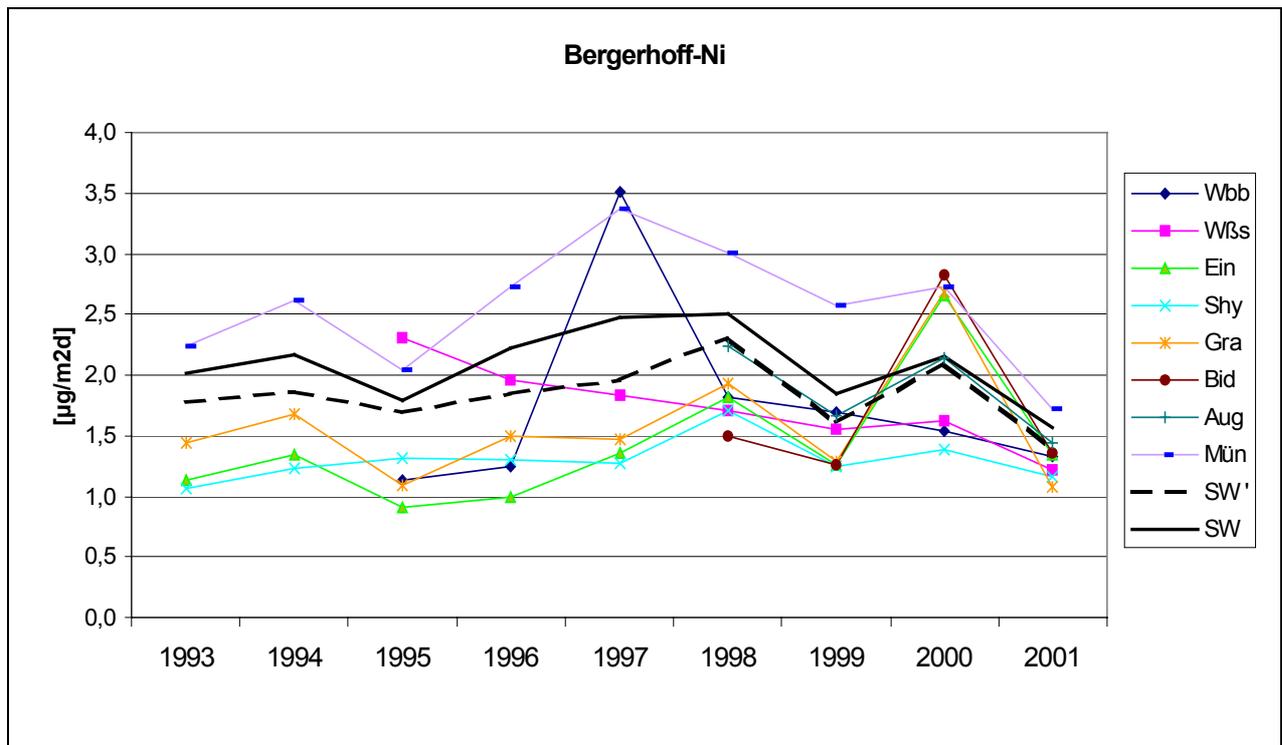


Abb. 4.2.4-9: Metalleintrag im Bergerhoff: Standortmittel und Schwellenwerte 1993 - 2001: Nickel

Die Nickeleinträge an den ländlichen Stationen liegen zwischen ca. 1,0 und 3,0  $\mu\text{g}/\text{m}^2\text{d}$  bei insgesamt relativ geringer Streuweite (Ausnahme 1997 und 2000). Seit Beginn der Beprobung ist keine Abnahme der absoluten Höhe festzustellen. Die Station München überschreitet den bayernweiten Schwellenwert SW regelmäßig.

Tab. 4.2.4-10a: Metalleintrag im Bergerhoff 2000: Blei

Bergerhoff : Blei [ $\mu\text{g}/\text{m}^2\text{d}$ ]														
Serien 2000	26.01.2000	23.02.2000	22.03.2000	19.04.2000	17.05.2000	14.06.2000	12.07.2000	09.08.2000	06.09.2000	04.10.2000	01.11.2000	29.11.2000	26.12.2000	Standort- mittelwert
Wbb	14,10	10,90	12,80	5,39	5,67	5,09	5,60	2,95	4,94	4,89	4,08	0,93	<u>*5,55</u>	<b>6,45</b>
Wbs	3,70	9,51	10,60	8,41	7,54	4,89	2,84	2,71	2,61	3,44	4,45	1,21	3,04	<b>5,16</b>
Ein	4,10	2,63	3,59	4,13	3,19	5,17	2,24	3,88	1,92	3,00	2,24	1,20	1,42	<b>3,11</b>
Shy	4,74	3,35	3,55	5,61	4,01	4,02	5,01	5,12	2,19	5,13	1,84	0,91	0,96	<b>3,79</b>
Gra	7,10	5,80	7,57	3,25	5,79	7,03	7,59	6,88	2,77	5,77	2,10	1,07	1,47	<b>5,23</b>
Bld	4,06	2,36	4,13	3,13	5,30	5,50	5,20	4,39	2,64	3,12	1,39	1,25	0,75	<b>3,54</b>
Aug	10,80	4,54	5,38	3,99	9,26	6,69	5,04	7,30	4,28	6,10	2,63	4,20	1,58	<b>5,85</b>
Mün	14,60	9,46	11,00	<u>*10,2</u>	6,66	*9,09	7,15	<u>*14,3</u>	<u>*10,32</u>	6,97	<u>*6,07</u>	3,91	3,52	<b>9,14</b>
Serien-MW	<b>7,90</b>	<b>6,07</b>	<b>7,33</b>	<b>4,84</b>	<b>5,93</b>	<b>5,48</b>	<b>5,08</b>	<b>4,75</b>	<b>3,05</b>	<b>4,80</b>	<b>2,68</b>	<b>1,84</b>	<b>1,82</b>	
nach Transformation														
STABWser.	4,62	3,42	3,71	1,84	1,92	1,05	1,85	1,80	1,12	1,48	1,15	1,38	1,05	
SWSerie	21,75	16,34	18,46	10,37	11,70	8,63	10,63	10,15	6,41	9,25	6,14	5,97	4,97	
Berechnung eines Schwellenwertes zur Betrachtung von Standortmittelwerten														
STABW aller transformierten Werte	<b>2,21</b>													
Mittelwert aller Serienmittelwerte	<b>4,74</b>													
<b>SW</b>	<b>6,58</b>													
<b>SW' (ohne Augsburg und München)</b>	<b>5,46</b>													

Tab. 4.2.4-10b: Metalleintrag im Bergerhoff 2001: Blei

Bergerhoff : Blei [ $\mu\text{g}/\text{m}^2\text{d}$ ]														
Serien 2001	24.01.2001	21.02.2001	21.03.2001	18.04.2001	16.05.2001	13.06.2001	11.07.2001	08.08.2001	05.09.2001	03.10.2001	31.10.2001	28.11.2001	25.12.2001	Standort- mittelwert
Wbb	<u>*5,55</u>	6,4	4,8	7,0	2,8	5,0	3,1	2,4	1,9	6,0	1,9	4,1	3,5	<b>4,2</b>
Wbs	3,0	2,2	4,0	6,5	3,1	2,5	3,4	2,0	4,1	5,0	2,0	2,7	4,3	<b>3,4</b>
Ein	1,4	1,9	2,6	2,3	1,8	2,6	2,3	2,7	2,3	3,2	1,5	2,1	1,2	<b>2,1</b>
Shy	1,0	1,3	1,9	3,3	4,5	3,0	3,3	3,2	2,6	2,2	1,8	2,0	1,1	<b>2,4</b>
Gra	1,5	3,6	3,4	6,0	3,0	4,1	4,1	2,5	3,1	3,4	0,9	4,3	2,1	<b>3,2</b>
Bld	0,8	2,1	1,8	2,9	2,2	3,1	3,2	4,9	3,1	3,4	1,5	1,3	0,9	<b>2,4</b>
Aug	1,6	2,9	3,4	5,4	<u>*8,78</u>	3,2	4,4	<u>*7,12</u>	4,1	2,2	2,3	2,9	2,0	<b>3,9</b>
Mün	3,5	5,8	<u>*8,9</u>	6,6	2,0	4,2	4,2	5,0	<u>*5,5</u>	5,7	<u>*4,49</u>	<u>*8,14</u>	3,9	<b>5,2</b>
Serien-MW	<b>1,8</b>	<b>3,3</b>	<b>3,1</b>	<b>5,0</b>	<b>2,8</b>	<b>3,4</b>	<b>3,5</b>	<b>3,2</b>	<b>3,1</b>	<b>3,9</b>	<b>1,7</b>	<b>2,8</b>	<b>2,4</b>	
nach Transformation														
STABWser.	1,0	1,8	1,0	1,8	0,9	0,8	0,6	1,1	0,8	1,4	0,4	1,0	1,3	
SWSerie	4,7	8,5	6,2	10,3	5,3	5,9	5,4	6,6	5,4	8,1	2,9	5,9	6,2	
Berechnung eines Schwellenwertes zur Betrachtung von Standortmittelwerten														
STABW aller transformierten Werte	<b>1,2</b>													
Mittelwert aller Serienmittelwerte	<b>3,1</b>													
<b>SW</b>	<b>4,0</b>													
<b>SW' (ohne Augsburg und München)</b>	<b>3,7</b>													

fett = berechnete Werte

fett + kursiv = neu berechneter Serien-MW

klein = Werte halber Nachweisgrenze

grau unterlegt = nach Transformationschritten berechnete Werte

\* unterstrichen = zur Berechnung des Serien-MW und des SW ungeeigneter Wert

Tab. 4.2.4-10c: Metalleintrag im Bergerhoff: Standortmittel und Schwellenwerte 1993 - 2001: Blei

Bergerhoff : Blei [ $\mu\text{g}/\text{m}^2\text{d}$ ]									
	1993	1994	1995	1996	1997	1998	1999	2000	2001
Wbb			8,5	7,8	6,7	7,8	7,3	6,4	4,2
Wßs			8,3	9,1	6,1	6,5	6,0	5,2	3,4
Ein	6,9	6,1	4,7	4,0	3,6	3,2	3,4	3,1	2,1
Shy	8,4	6,6	4,7	4,6	3,9	3,8	4,3	3,8	2,4
Gra	11,6	9,8	8,3	8,7	6,5	5,2	4,9	5,2	3,2
Bid						3,5	5,8	3,5	2,4
Aug						6,6	5,7	5,9	3,9
Mün	27,7	12,5	10,6	12,1	10,9	7,4	12,2	9,1	5,2
SW	24,2	11,1	10,5	11,2	9,0	7,6	6,9	6,6	4,0
SW'	14,9	9,7	10,1	9,8	7,9	7,2	6,5	5,5	3,7

**SW**: bayernweiter Schwellenwert

**SW'**: Schwellenwert ländlicher Stationen (ohne Augsburg und München)

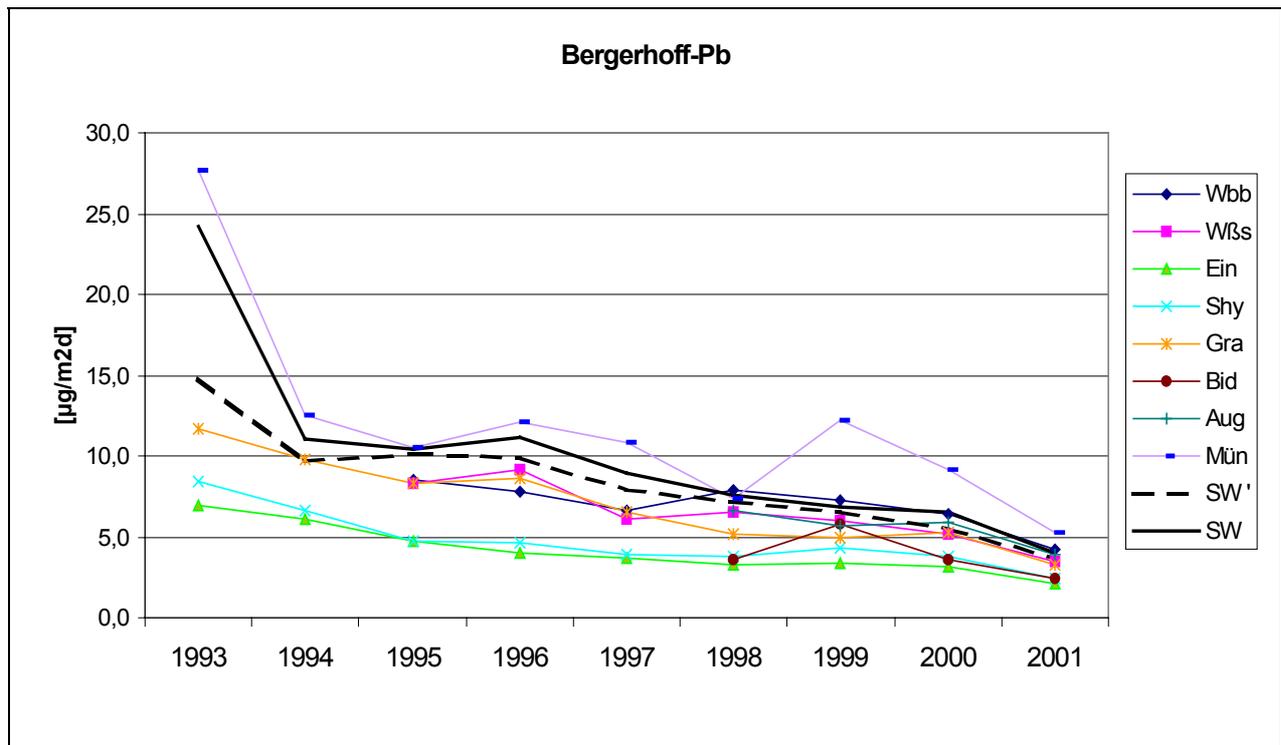


Abb. 4.2.4-10: Metalleintrag im Bergerhoff: Standortmittel und Schwellenwerte 1993 - 2001: Blei

Die Abnahme der Bleieinträge ist an allen Stationen, außer in München, kontinuierlich. Die Streuweite minimierte sich seit Beginn der Beprobung zunehmend, d.h. es kann bayernweit von einer geringen Belastung der Atmosphäre mit Blei ausgegangen werden. Trotzdem differenziert sich ein typischer Stadt - Standort wie München: der bayernweite Schwellenwert **SW** für Blei wird hier regelmäßig überschritten (vgl. Cr, Cu, Fe, und Ni). Möglicherweise stammt das Blei aus dem Abrieb von Brems- und Kupplungsscheiben bzw. aus Reifen.

Tab. 4.2.4-11a: Metalleintrag im Bergerhoff 2000: Antimon

Bergerhoff : Antimon [ $\mu\text{g}/\text{m}^2\text{d}$ ]														
Serien 2000	26.01.2000	23.02.2000	22.03.2000	19.04.2000	17.05.2000	14.06.2000	12.07.2000	09.08.2000	06.09.2000	04.10.2000	01.11.2000	29.11.2000	26.12.2000	Standort- mittelwert
Wbb	1,09	0,62	0,52	0,17	0,18	0,46	0,45	0,34	0,41	0,44	0,39	0,07	0,27	<b>0,43</b>
Wfs	0,29	0,72	0,81	0,36	0,34	0,59	0,32	0,45	0,26	0,23	0,43	0,13	0,25	<b>0,41</b>
Ein	0,43	0,31	0,40	0,36	0,11	0,30	0,25	0,51	0,17	0,34	0,32	0,22	0,19	<b>0,31</b>
Shy	0,49	0,25	0,33	0,49	0,12	0,24	0,38	0,43	0,23	0,43	0,30	0,16	0,18	<b>0,32</b>
Gra	0,58	0,45	0,56	0,34	0,20	0,67	0,60	0,59	0,43	0,47	0,34	0,19	0,19	<b>0,45</b>
Bld	0,38	0,20	0,33	0,22	0,35	0,68	0,19	0,26	0,35	0,28	0,21	0,15	0,11	<b>0,30</b>
Aug	*2,05	0,98	1,03	<u>*0,815</u>	<u>*0,998</u>	1,18	0,78	*1,09	*0,757	<u>*0,916</u>	<u>*0,904</u>	<u>*0,73</u>	<u>*0,555</u>	<b>1,02</b>
Mün	<u>*5,06</u>	<u>*4,61</u>	<u>*3,65</u>	<u>*3</u>	<u>*1,46</u>	<u>*3,39</u>	<u>*1,3</u>	<u>*2,89</u>	<u>*1,239</u>	<u>*1,75</u>	<u>*3,23</u>	<u>*1,608</u>	<u>*2,5</u>	<b>2,77</b>
Serien-MW	<b>0,54</b>	<b>0,51</b>	<b>0,57</b>	<b>0,32</b>	<b>0,22</b>	<b>0,59</b>	<b>0,42</b>	<b>0,43</b>	<b>0,31</b>	<b>0,37</b>	<b>0,33</b>	<b>0,15</b>	<b>0,20</b>	
nach Transformation														
STABWSer.	<b>0,29</b>	<b>0,28</b>	<b>0,26</b>	<b>0,12</b>	<b>0,10</b>	<b>0,31</b>	<b>0,21</b>	<b>0,12</b>	<b>0,10</b>	<b>0,10</b>	<b>0,08</b>	<b>0,05</b>	<b>0,06</b>	
SWSerie	<b>1,40</b>	<b>1,36</b>	<b>1,36</b>	<b>0,67</b>	<b>0,53</b>	<b>1,52</b>	<b>1,05</b>	<b>0,78</b>	<b>0,61</b>	<b>0,66</b>	<b>0,56</b>	<b>0,30</b>	<b>0,37</b>	
Berechnung eines Schwellenwertes zur Betrachtung von Standortmittelwerten														
STABW aller transformierten Werte	<b>0,18</b>													
Mittelwert aller Serienmittelwerte	<b>0,38</b>													
<b>SW</b>	<b>0,53</b>													
<b>SW' (ohne Augsburg und München)</b>	<b>0,43</b>													

Tab. 4.2.4-11b: Metalleintrag im Bergerhoff 2001: Antimon

Bergerhoff : Antimon [ $\mu\text{g}/\text{m}^2\text{d}$ ]														
Serien 2001	24.01.2001	21.02.2001	21.03.2001	18.04.2001	16.05.2001	13.06.2001	11.07.2001	08.08.2001	05.09.2001	03.10.2001	31.10.2001	28.11.2001	25.12.2001	Standort- mittelwert
Wbb	0,27	0,55	0,62	0,48	0,35	0,64	0,32	0,30	0,31	0,68	0,22	0,33	0,30	<b>0,41</b>
Wfs	0,25	0,26	0,28	0,58	0,37	0,37	0,28	0,27	0,37	0,62	0,20	0,20	0,44	<b>0,35</b>
Ein	0,19	0,23	0,34	0,26	0,34	0,33	0,36	0,28	0,36	0,33	0,32	0,30	0,16	<b>0,29</b>
Shy	0,18	0,22	0,19	0,23	0,73	0,35	0,41	0,39	0,31	0,32	0,30	0,26	0,15	<b>0,31</b>
Gra	0,19	0,38	0,28	0,49	0,51	0,31	0,43	0,50	0,44	0,43	0,26	0,19	0,26	<b>0,36</b>
Bld	0,11	0,30	0,16	0,38	0,39	0,27	0,43	0,55	0,34	0,61	0,23	0,14	0,13	<b>0,31</b>
Aug	<u>*0,555</u>	0,75	0,61	<u>*1,07</u>	1,78	0,63	<u>*0,815</u>	<u>*1,07</u>	<u>*0,733</u>	0,75	<u>*0,647</u>	<u>*0,822</u>	0,64	<b>0,84</b>
Mün	<u>*2,5</u>	<u>*3,51</u>	<u>*2,29</u>	<u>*2,25</u>	2,00	<u>*1,66</u>	<u>*1,96</u>	<u>*1,72</u>	<u>*2,16</u>	<u>*2,97</u>	<u>*3,08</u>	<u>*2,56</u>	<u>*1,957</u>	<b>2,36</b>
Serien-MW	<b>0,20</b>	<b>0,38</b>	<b>0,35</b>	<b>0,41</b>	<b>0,81</b>	<b>0,41</b>	<b>0,37</b>	<b>0,38</b>	<b>0,36</b>	<b>0,53</b>	<b>0,26</b>	<b>0,24</b>	<b>0,30</b>	
nach Transformation														
STABWSer.	<b>0,05</b>	<b>0,18</b>	<b>0,17</b>	<b>0,13</b>	<b>0,64</b>	<b>0,14</b>	<b>0,06</b>	<b>0,11</b>	<b>0,04</b>	<b>0,16</b>	<b>0,04</b>	<b>0,07</b>	<b>0,17</b>	
SWSerie	<b>0,36</b>	<b>0,94</b>	<b>0,87</b>	<b>0,79</b>	<b>2,72</b>	<b>0,84</b>	<b>0,54</b>	<b>0,71</b>	<b>0,48</b>	<b>1,02</b>	<b>0,38</b>	<b>0,44</b>	<b>0,81</b>	
Berechnung eines Schwellenwertes zur Betrachtung von Standortmittelwerten														
STABW aller transformierten Werte	<b>0,23</b>													
Mittelwert aller Serienmittelwerte	<b>0,38</b>													
<b>SW</b>	<b>0,58</b>													
<b>SW' (ohne Augsburg und München)</b>	<b>0,40</b>													

fett = berechnete Werte

fett + kursiv = neu berechneter Serien-MW

klein = Werte halber Nachweisgrenze

grau unterlegt = nach Transformationsschritten berechnete Werte

\* unterstrichen = zur Berechnung des Serien-MW und des SW ungeeigneter Wert

Tab. 4.2.4-11c: Metalleintrag im Bergerhoff: Standortmittel und Schwellenwerte 1993 - 2001: Antimon

Bergerhoff : Antimon [ $\mu\text{g}/\text{m}^2\text{d}$ ]									
	1993	1994	1995	1996	1997	1998	1999	2000	2001
Wbb			0,63	0,45	0,50	0,60	0,52	0,43	0,41
Wßs			0,76	0,45	0,40	0,51	0,42	0,41	0,35
Ein	0,39	0,38	0,37	0,32	0,33	0,30	0,29	0,31	0,29
Shy	0,50	0,43	0,38	0,33	0,37	0,33	0,28	0,32	0,31
Gra	0,57	0,61	0,64	0,56	0,55	0,44	0,43	0,45	0,36
Bid						0,35	0,34	0,30	0,31
Aug						0,88	0,78	1,02	0,84
Mün	3,60	2,70	2,04	2,55	2,90	3,06	2,62	2,77	2,36
SW	2,68	1,61	1,19	0,70	0,58	1,08	0,54	0,53	0,58
SW'	0,72	0,62	0,87	0,56	0,58	0,57	0,50	0,43	0,40

SW: bayernweiter Schwellenwert

SW' Schwellenwert ländlicher Stationen (ohne Augsburg und München)

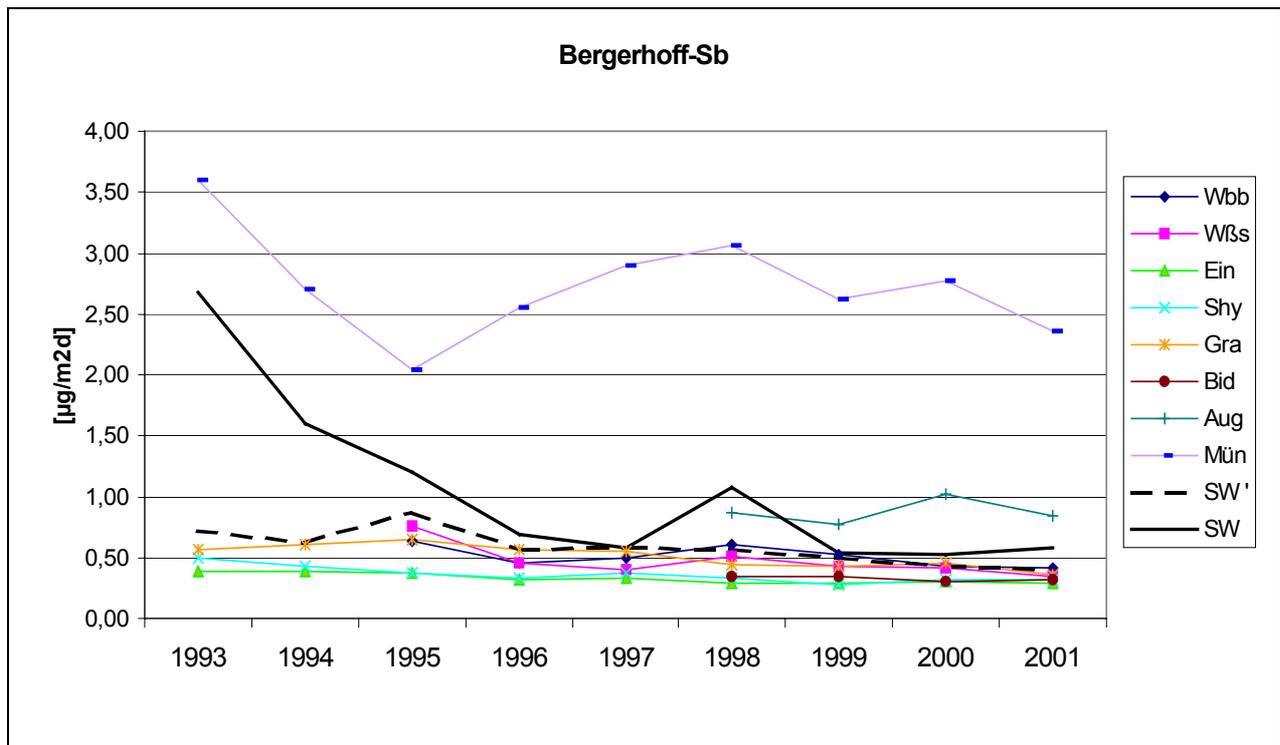


Abb. 4.2.4-11: Metalleintrag im Bergerhoff: Standortmittel und Schwellenwerte 1993 - 2001: Antimon

Am Eintrag des Elements Antimon kann der Unterschied zwischen den ländlichen - DBS und einer typischen Stadt - DBS, repräsentiert durch München, besonders gut veranschaulicht werden: während die ländlichen Stationen bayernweit insgesamt geringe Einträge widerspiegeln, kann im Vergleich dazu in München von einer auffälligen Belastungssituation gesprochen werden. Der Schwellenwert **SW** wird dort regelmäßig vier- bis fünffach überschritten. Antimon gilt als „Leitparameter“ für hohe Verkehrsdichte im innerstädtischen Bereich und stammt hauptsächlich aus dem Abrieb von Bremscheiben. Die Station Augsburg nimmt bzgl. der beiden Extrema eine Zwischenstellung ein, dies erklärt sich aus der besonderen Lage der DBS: der Standort liegt im Süden Augsburgs, relativ fern industrieller Emittenten und erhält Frischluftzufuhr aus dem nahe gelegenen Stadtwald.

Tab. 4.2.4-12a: Metalleintrag im Bergerhoff 2000: Titan

Bergerhoff : Titan [ $\mu\text{g}/\text{m}^2\text{d}$ ]														
Serien 2000	26.01.2000	23.02.2000	22.03.2000	19.04.2000	17.05.2000	14.06.2000	12.07.2000	09.08.2000	06.09.2000	04.10.2000	01.11.2000	29.11.2000	26.12.2000	Standort- mittelwert
Wbb	4,9	7,2	8,9	3,3	2,7	3,6	3,5	1,4	3,9	3,0	2,2	0,3	1,1	3,7
Wfs	6,3	7,4	6,4	9,0	*12,9	6,6	5,1	3,9	*8,82	3,8	*5,12	1,7	*2,58	6,4
En	2,4	2,2	6,2	9,6	2,3	2,6	3,6	4,3	3,3	6,2	2,7	1,1	0,8	3,9
Shy	3,4	3,8	4,2	4,9	2,9	2,9	3,5	1,4	4,3	2,3	1,3	0,8	1,0	3,0
Gra	3,2	4,6	4,2	3,2	5,6	5,8	*16,3	2,7	2,9	*11,7	2,7	1,2	0,9	5,3
Bld	1,3	3,5	6,9	4,3	4,9	4,9	3,3	2,4	4,7	3,4	1,3	1,2	0,4	3,5
Aug	5,2	7,1	7,2	4,7	7,4	5,2	7,9	4,9	5,8	4,5	2,4	2,7	1,3	5,4
Mün	*13	*16,6	*16,8	8,2	2,9	7,4	7,8	*13,1	6,5	6,8	*7,08	*4,28	*4,455	9,2
Serien-MW	3,8	5,1	6,3	5,9	4,1	4,9	5,0	3,0	4,5	4,3	2,1	1,3	0,9	
nach Transformation														
STABWSer.	1,7	2,1	1,7	2,6	1,9	1,7	2,1	1,4	1,3	1,7	0,6	0,8	0,3	
SWSerie	9,1	11,5	11,3	13,8	9,8	10,0	11,1	7,1	8,4	9,2	4,0	3,6	1,9	
Berechnung eines Schwellenwertes zur Betrachtung von Standortmittelwerten														
STABW aller transformierten Werte	1,6													
Mittelwert aller Serienmittelwerte	3,9													
SW	5,2													
SW' (ohne Augsburg und München)	4,5													

Tab. 4.2.4-12b: Metalleintrag im Bergerhoff 2001: Titan

Bergerhoff : Titan [ $\mu\text{g}/\text{m}^2\text{d}$ ]														
Serien 2001	24.01.2001	21.02.2001	21.03.2001	18.04.2001	16.05.2001	13.06.2001	11.07.2001	08.08.2001	05.09.2001	03.10.2001	31.10.2001	28.11.2001	25.12.2001	Standort- mittelwert
Wbb	1,1	2,6	3,3	1,3	15,1	3,0	5,8	3,3	3,7	2,9	1,5	5,6	1,6	3,9
Wfs	*2,58	2,7	5,0	7,1	11,3	*6,83	8,1	6,5	7,0	4,6	3,0	5,6	*2,91	5,6
En	0,8	1,6	3,6	3,3	4,7	2,2	8,6	6,3	4,5	4,7	2,8	2,2	1,1	3,6
Shy	1,0	1,1	2,8	5,9	24,5	3,5	8,1	9,2	5,0	1,5	2,2	3,2	1,1	5,3
Gra	0,9	1,9	2,0	2,9	17,1	4,2	9,1	2,9	3,6	1,5	1,8	11,1	0,8	4,6
Bld	0,4	0,9	1,8	5,3	5,3	3,2	6,2	5,5	7,6	1,6	2,7	1,3	0,7	3,3
Aug	1,4	2,2	3,6	16,3	23,0	3,2	6,3	11,9	6,4	1,8	5,3	2,4	1,6	6,6
Mün	*4,46	*8,11	*7,49	13,9	3,9	4,4	5,4	7,6	5,8	3,8	5,1	8,9	*4,5	6,4
Serien-MW	0,9	1,9	3,2	7,0	13,1	3,4	7,2	6,6	5,4	2,8	3,0	5,0	1,2	
nach Transformation														
STABWSer.	0,3	0,6	1,0	5,0	7,7	0,7	1,3	2,8	1,4	1,3	1,3	3,3	0,3	
SWSerie	1,8	3,8	6,2	22,0	36,1	5,5	11,2	15,0	9,6	6,7	7,0	14,8	2,2	
Berechnung eines Schwellenwertes zur Betrachtung von Standortmittelwerten														
STABW aller transformierten Werte	3,0													
Mittelwert aller Serienmittelwerte	4,7													
SW	7,20													
SW' (ohne Augsburg und München)	6,35													

fett = berechnete Werte

fett + kursiv = neu berechneter Serien-MW

klein = Werte halber Nachweisgrenze

grau unterlegt = nach Transformationschritten berechnete Werte

\* unterstrichen = zur Berechnung des Serien-MW und des SW ungeeigneter Wert

Tab. 4.2.4-12c: Metalleintrag im Bergerhoff: Standortmittel und Schwellenwerte 1993 - 2001: Titan

Bergerhoff : Titan [ $\mu\text{g}/\text{m}^2\text{d}$ ]									
	1993	1994	1995	1996	1997	1998	1999	2000	2001
Wbb			6,1	5,4	5,9	6,5	4,8	3,7	3,9
Wßs			14,5	18,4	10,7	10,2	9,5	6,4	5,6
Ein	5,5	6,1	4,9	3,9	4,0	3,1	4,1	3,9	3,6
Shy	5,2	5,6	6,5	4,7	3,8	3,9	5,6	3,0	5,3
Gra	6,3	5,9	4,9	6,3	5,1	5,3	3,9	5,3	4,6
Bid						4,5	4,8	3,5	3,3
Aug						8,5	5,5	5,4	6,6
M ün	17,2	9,9	9,8	10,3	13,8	10,3	10,3	9,2	6,4
SW	14,8	8,3	11,7	13,6	9,9	8,9	7,6	5,2	7,2
SW'	7,0	7,1	8,6	9,0	6,7	7,7	8,1	4,5	6,3

SW: bayernweiter Schwellenwert

SW 'Schwellenwert ländlicher Stationen (ohne Augsburg und München)

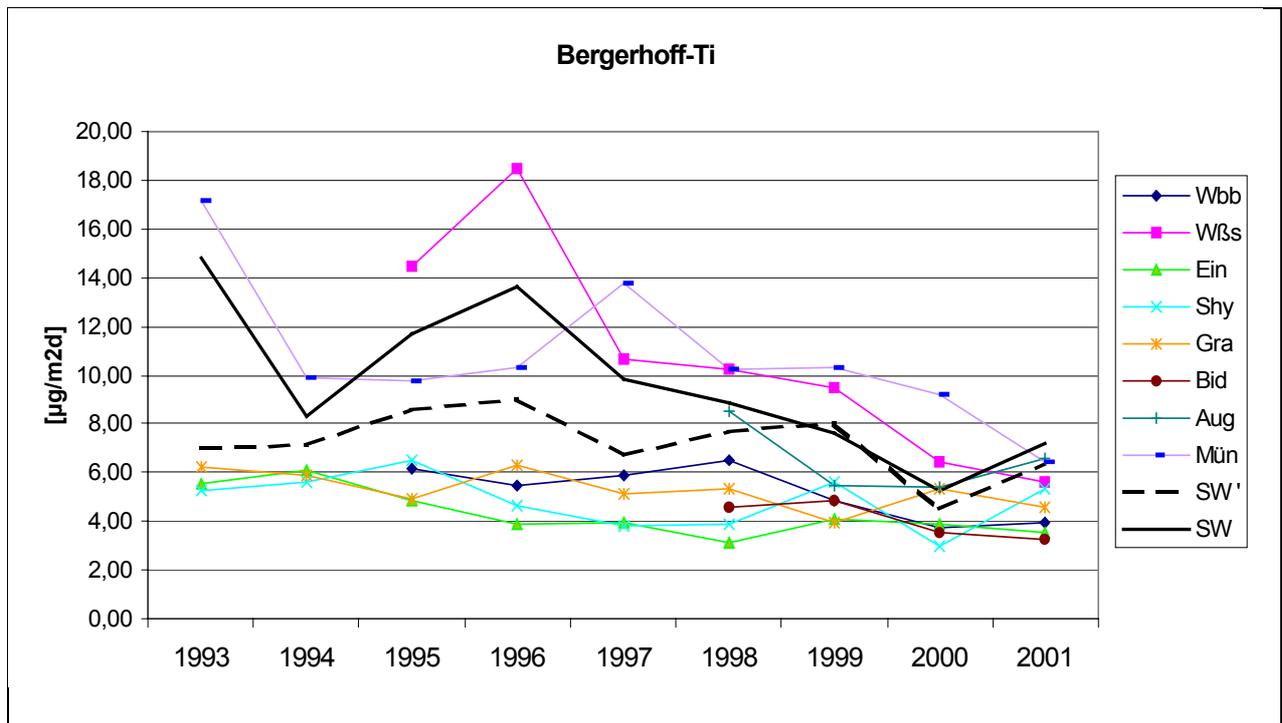


Abb. 4.2.4-12: Metalleintrag im Bergerhoff: Standortmittel und Schwellenwerte 1993 - 2001: Titan

Der Titaneintrag nimmt seit Beginn der Beprobung kontinuierlich ab. Es lassen sich jedoch deutliche regionale Differenzierungen erkennen: die Jahresmittelwerte an den Stationen München und Weißenstadt überschreiten regelmäßig die Schwellenwerte SW und SW '. In Weißenstadt macht sich wohl die Nähe zu Emissionsquellen in Tschechien (Verbrennung fossiler Brennstoffe insbesondere Kohle) bemerkbar.

Tab. 4.2.4-13a: Metalleintrag im Bergerhoff 2000: Vanadium

Bergerhoff : Vanadium [ $\mu\text{g}/\text{m}^2\text{d}$ ]														
Serien 2000	26.01.2000	23.02.2000	22.03.2000	19.04.2000	17.05.2000	14.06.2000	12.07.2000	09.08.2000	06.09.2000	04.10.2000	01.11.2000	29.11.2000	26.12.2000	Standort- mittelwert
Wbb	<u>*2,73</u>	2,38	2,66	0,75	0,73	0,89	1,00	1,01	1,29	0,97	0,70	0,25	1,10	<b>1,28</b>
Wfs	0,39	1,91	2,12	1,20	1,02	1,22	0,71	1,22	0,77	0,71	0,63	0,25	0,66	<b>1,01</b>
Ein	0,75	0,77	1,20	1,55	0,59	0,79	1,26	1,30	0,91	1,43	0,96	0,25	1,02	<b>0,98</b>
Shy	0,84	0,60	0,89	0,88	0,64	0,25	1,92	1,13	0,79	1,29	0,25	0,25	0,54	<b>0,81</b>
Gra	0,97	1,53	1,48	0,57	1,16	1,39	<u>*3,76</u>	1,79	0,95	1,99	0,25	0,25	0,46	<b>1,34</b>
Bld	0,55	0,51	1,49	1,14	1,54	1,21	2,53	1,41	1,08	0,84	0,25	0,25	0,21	<b>1,07</b>
Aug	1,30	0,94	1,57	0,73	1,35	1,26	1,96	1,59	1,08	1,24	0,25	0,25	0,33	<b>1,13</b>
Mün	1,83	1,75	2,41	1,58	0,80	1,68	2,23	<u>*2,63</u>	<u>*2,23</u>	1,62	0,95	0,25	0,85	<b>1,66</b>
Serien-MW	<b>0,9</b>	<b>1,3</b>	<b>1,7</b>	<b>1,0</b>	<b>1,0</b>	<b>1,1</b>	<b>1,7</b>	<b>1,4</b>	<b>1,0</b>	<b>1,3</b>	<b>0,5</b>	<b>0,3</b>	<b>0,6</b>	
nach Transformation														
STABWSer.	<b>0,49</b>	<b>0,69</b>	<b>0,61</b>	<b>0,38</b>	<b>0,35</b>	<b>0,44</b>	<b>0,68</b>	<b>0,27</b>	<b>0,18</b>	<b>0,42</b>	<b>0,32</b>	<b>0,00</b>	<b>0,32</b>	
SWSerie	<b>2,41</b>	<b>3,37</b>	<b>3,56</b>	<b>2,19</b>	<b>2,02</b>	<b>2,40</b>	<b>3,69</b>	<b>2,16</b>	<b>1,53</b>	<b>2,53</b>	<b>1,48</b>	<b>0,25</b>	<b>1,60</b>	
Berechnung eines Schwellenwertes zur Betrachtung von Standortmittelwerten														
STABW aller transformierten Werte														<b>0,41</b>
Mittelwert aller Serienmittelwerte														<b>1,06</b>
<b>SW</b>														<b>1,40</b>
<b>SW' (ohne Augsburg und München)</b>														<b>1,38</b>

Tab. 4.2.4-13b: Metalleintrag im Bergerhoff 2001: Vanadium

Bergerhoff : Vanadium [ $\mu\text{g}/\text{m}^2\text{d}$ ]														
Serien 2001	24.01.2001	21.02.2001	21.03.2001	18.04.2001	16.05.2001	13.06.2001	11.07.2001	08.08.2001	05.09.2001	03.10.2001	31.10.2001	28.11.2001	25.12.2001	Standort- mittelwert
Wbb	1,10	1,03	0,89	1,71	0,86	<u>*1,02</u>	1,27	0,53	0,39	1,24	0,40	1,02	0,71	<b>0,94</b>
Wfs	0,66	0,59	0,73	1,43	1,07	0,74	1,25	0,83	1,17	1,07	0,36	0,66	0,86	<b>0,88</b>
Ein	1,02	0,57	1,53	0,96	0,85	0,67	1,34	1,56	0,86	1,45	0,47	0,55	0,40	<b>0,94</b>
Shy	0,54	0,30	0,34	1,40	1,43	0,60	0,91	1,57	0,94	0,36	0,40	0,60	0,21	<b>0,74</b>
Gra	0,46	0,58	0,52	1,26	0,85	0,65	1,65	1,17	0,77	0,73	0,29	1,51	0,40	<b>0,83</b>
Bld	0,21	0,36	0,20	1,18	0,74	0,47	1,39	1,47	1,13	1,02	0,41	0,20	0,19	<b>0,69</b>
Aug	0,33	0,55	0,44	1,74	<u>*1,82</u>	0,56	1,02	2,33	1,09	0,37	<u>*0,66</u>	0,48	0,27	<b>0,90</b>
Mün	0,85	1,13	1,28	1,71	1,29	0,56	0,96	1,31	0,96	0,70	<u>*0,8</u>	1,25	0,65	<b>1,03</b>
Serien-MW	<b>0,64</b>	<b>0,64</b>	<b>0,74</b>	<b>1,42</b>	<b>1,01</b>	<b>0,61</b>	<b>1,22</b>	<b>1,35</b>	<b>0,91</b>	<b>0,87</b>	<b>0,39</b>	<b>0,78</b>	<b>0,46</b>	
nach Transformation														
STABWSer.	<b>0,30</b>	<b>0,28</b>	<b>0,44</b>	<b>0,27</b>	<b>0,24</b>	<b>0,08</b>	<b>0,23</b>	<b>0,51</b>	<b>0,24</b>	<b>0,37</b>	<b>0,05</b>	<b>0,41</b>	<b>0,23</b>	
SWSerie	<b>1,54</b>	<b>1,46</b>	<b>2,05</b>	<b>2,22</b>	<b>1,74</b>	<b>0,85</b>	<b>1,92</b>	<b>2,86</b>	<b>1,62</b>	<b>1,98</b>	<b>0,55</b>	<b>2,01</b>	<b>1,16</b>	
Berechnung eines Schwellenwertes zur Betrachtung von Standortmittelwerten														
STABW aller transformierten Werte														<b>0,31</b>
Mittelwert aller Serienmittelwerte														<b>0,85</b>
<b>SW</b>														<b>1,11</b>
<b>SW' (ohne Augsburg und München)</b>														<b>1,06</b>

fett = berechnete Werte

fett + kursiv = neu berechneter Serien-MW

klein = Werte halber Nachweisgrenze

grau unterlegt = nach Transformationschritten berechnete Werte

\* unterstrichen = zur Berechnung des Serien-MW und des SW ungeeigneter Wert

Tab. 4.2.4-13c: Metalleintrag im Bergerhoff: Standortmittel und Schwellenwerte 1993 - 2001: Vanadium

Bergerhoff : Vanadium [ $\mu\text{g}/\text{m}^2\text{d}$ ]									
	1993	1994	1995	1996	1997	1998	1999	2000	2001
Wbb			1,41	1,29	1,35	1,46	1,42	1,28	0,94
Wßs			1,70	1,90	1,31	1,27	1,25	1,01	0,88
Ein	1,20	1,10	1,03	0,97	0,87	0,74	0,92	0,98	0,94
Shy	1,24	0,99	1,23	1,05	0,72	0,71	0,83	0,81	0,74
Gra	1,45	1,59	1,34	1,46	1,28	1,04	1,04	1,34	0,83
Bid						0,90	1,07	1,07	0,69
Aug						1,31	0,91	1,13	0,90
Mün	3,16	1,41	1,55	1,60	1,77	1,12	1,42	1,66	1,03
SW	2,85	1,76	1,94	1,93	1,63	1,47	1,40	1,40	1,11
SW'	1,77	1,73	1,75	1,93	1,59	1,49	1,39	1,38	1,06

**SW:** bayernweiter Schwellenwert

**SW'** Schwellenwert ländlicher Stationen (ohne Augsburg und München)

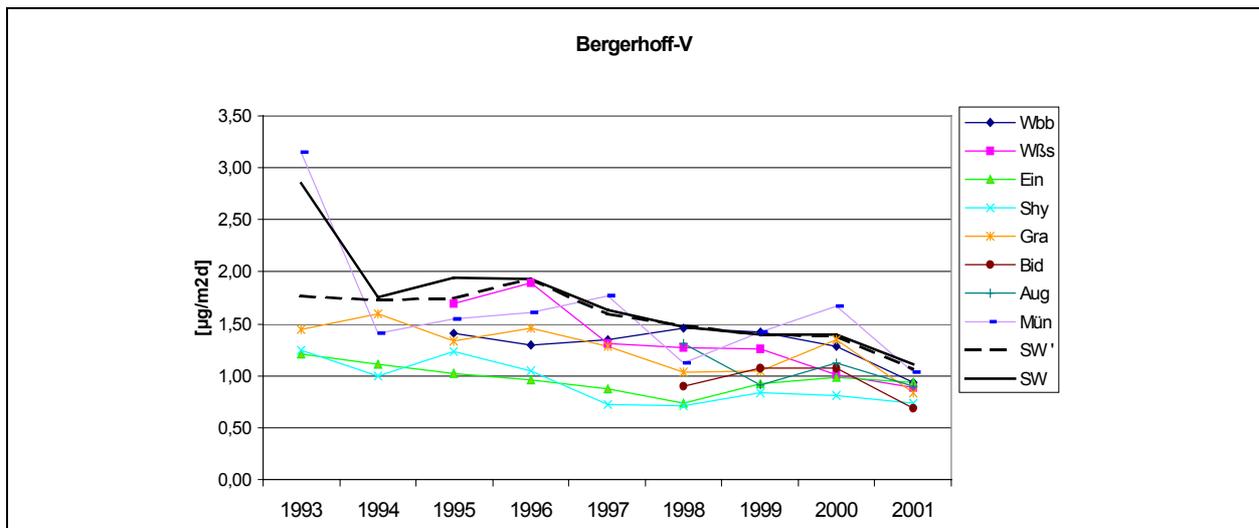


Abb. 4.2.4-13: Metalleintrag im Bergerhoff: Standortmittel und Schwellenwerte 1993 - 2001: Vanadium

Die Jahresmittelwerte der Vanadiumeinträge sinken an allen Stationen seit Beginn der Beprobungen. Die Streuweite liegt seit 1998 meistens zwischen 0,75 und 1,50  $\mu\text{g}/\text{m}^2\text{d}$ . Interessanterweise lässt sich an den Einträgen an der Station Eining, anders als bei der Anreicherung in der Weidelgras-Kultur (Kap. 3.1), kein Einfluss durch die 30 km entfernten petrochemischen Industrieanlagen erkennen. Diese Beobachtung ist plausibel: die von der Graskultur angereicherte Schwebstaub-Fraktion unterliegt dem Ferntransport, während der Grobstaub, wie wir ihn im Bergerhoff-Sammler finden, hauptsächlich durch lokale Sedimentation bedingt ist.

Tab. 4.2.4-14a: Metalleintrag im Bergerhoff 2000: Zink

Bergerhoff : Zink [ $\mu\text{g}/\text{m}^2\text{d}$ ]														
Serien 2000	26.01.2000	23.02.2000	22.03.2000	19.04.2000	17.05.2000	14.06.2000	12.07.2000	09.08.2000	06.09.2000	04.10.2000	01.11.2000	29.11.2000	26.12.2000	Standort- mittelwert
Wbb	125	184	55	16	43	26	47	25	45	33	25	16	24	53
Wbs	16	149	45	30	40	44	35	47	18	18	29	11	12	40
En	43	50	31	76	53	38	31	28	26	26	20	9	13	36
Shy	58	39	35	36	23	26	52	63	25	83	30	7	8	40
Gra	92	125	34	21	31	55	50	60	39	80	24	9	8	52
Bld	81	34	25	25	31	45	36	51	*132,1	59	31	6	9	46
Aug	109	40	53	44	60	45	35	*119	31	76	25	19	16	55
Mün	151	85	*84,4	91	59	*101	62	73	69	65	*56,8	*27,5	30	77
Serien-MW	84	88	40	42	43	40	43	50	36	55	26	11	13	
nach Transformation														
STABWSer.	44	58	11	27	14	11	11	18	17	26	4	5	6	
SWSerie	218	262	74	124	84	72	77	103	88	132	38	25	30	
Berechnung eines Schwellenwertes zur Betrachtung von Standortmittelwerten														
STABW aller transformierten Werte														24
Mittelwert aller Serienmittelwerte														44
<b>SW</b>														<b>64</b>
<b>SW' (ohne Augsburg und München)</b>														<b>54</b>

Tab. 4.2.4-14b: Metalleintrag im Bergerhoff 2001: Zink

Bergerhoff : Zink [ $\mu\text{g}/\text{m}^2\text{d}$ ]														
Serien 2001	24.01.2001	21.02.2001	21.03.2001	18.04.2001	16.05.2001	13.06.2001	11.07.2001	08.08.2001	05.09.2001	03.10.2001	31.10.2001	28.11.2001	25.12.2001	Standort- mittelwert
Wbb	24	*97,1	*95,7	52	15	*38,7	22	17	18	*73,2	21	20	48	42
Wbs	12	24	43	44	14	13	17	19	33	45	20	23	33	26
En	13	65	66	21	16	17	21	21	38	44	22	22	15	29
Shy	8	21	13	29	28	18	31	23	24	29	18	*39,4	17	23
Gra	8	33	45	38	19	12	21	24	17	30	15	26	22	24
Bld	9	15	27	32	20	12	55	32	30	24	24	18	12	24
Aug	16	25	36	43	*86,4	24	29	*45,4	28	15	*34,8	22	25	33
Mün	*29,5	65	51	62	*70,2	30	50	35	*51,8	45	*48	*46,8	33	47
Serien-MW	13	36	40	40	19	18	31	25	27	33	20	22	26	
nach Transformation														
STABWSer.	5	19	16	12	5	6	13	6	7	11	3	3	11	
SWSerie	28	93	87	77	33	37	71	43	48	65	29	29	59	
Berechnung eines Schwellenwertes zur Betrachtung von Standortmittelwerten														
STABW aller transformierten Werte														11
Mittelwert aller Serienmittelwerte														27
<b>SW</b>														<b>36</b>
<b>SW' (ohne Augsburg und München)</b>														<b>37</b>

fett = berechnete Werte

fett + kursiv = neu berechneter Serien-MW

klein = Werte halber Nachweisgrenze

grau unterlegt = nach Transformationsschritten berechnete Werte

\* unterstrichen = zur Berechnung des Serien-MW und des SW ungeeigneter Wert

Tab. 4.2.4-14c: Metalleintrag im Bergerhoff: Standortmittel und Schwellenwerte 1993 - 2001: Zink

Bergerhoff : Zink [ $\mu\text{g}/\text{m}^2\text{d}$ ]									
	1993	1994	1995	1996	1997	1998	1999	2000	2001
Wbb			32	29	28	41	32	53	42
Wßs			27	29	28	37	30	40	26
Ein	32	30	18	33	26	39	32	36	29
Shy	30	45	36	31	25	37	33	40	23
Gra	34	39	29	44	29	37	32	52	24
Bid						24	34	46	24
Aug						65	43	55	33
Mün	60	52	36	56	52	63	104	77	47
SW	53	52	38	55	44	54	47	64	36
SW'	40	48	48	51	39	46	40	54	37

SW: bayernweiter Schwellenwert

SW' Schwellenwert ländlicher Stationen (ohne Augsburg und München)

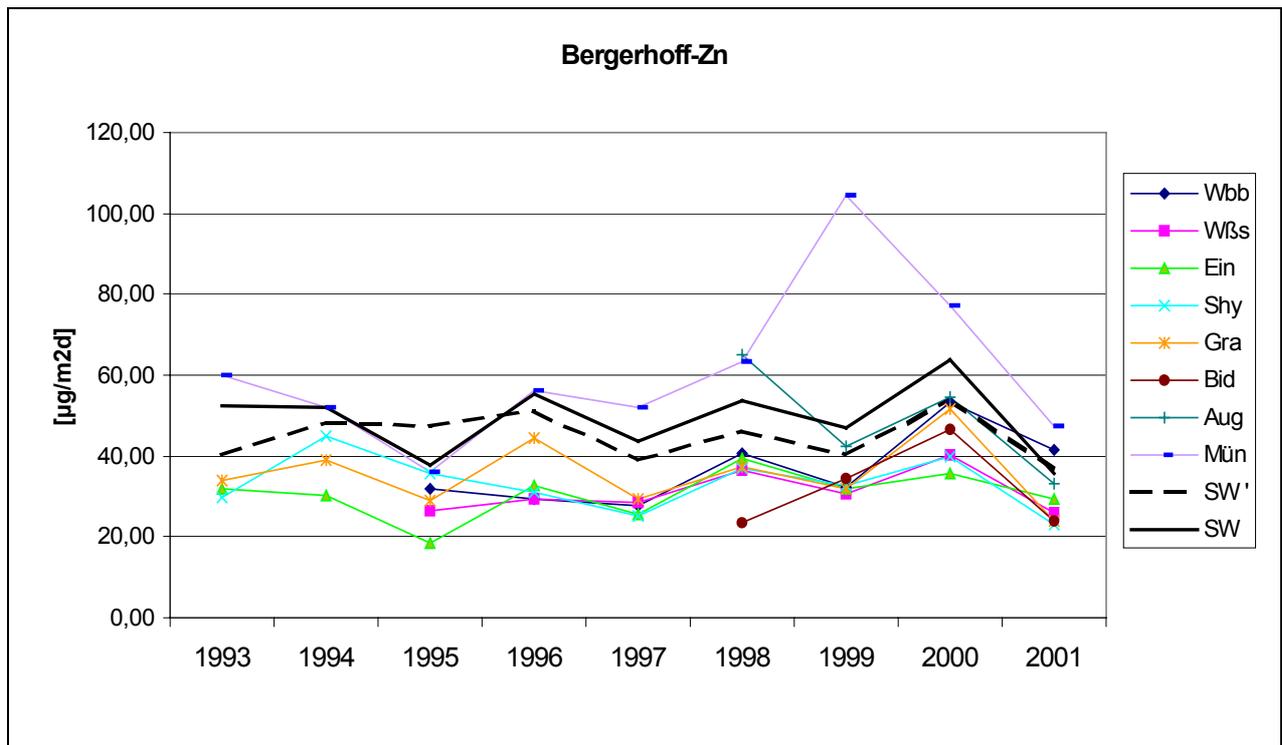


Abb. 4.2.4-14: Metalleintrag im Bergerhoff: Standortmittel und Schwellenwerte 1993 - 2001: Zink

Die Jahresmittelwerte der Zinkeinträge schwanken jährlich an allen Stationen auf und ab. Seit Beginn der Beprobung ist keine Abnahme der jährlichen Mittel zu erkennen. Insgesamt ist die Streuweite an den ländlichen DBS relativ gering. Die Werte an der DBS München liegen seit 1997 regelmäßig über dem bayernweiten Schwellenwert **SW**. Zink ist ein Element, das mit Reifenabrieb in Verbindung gebracht wird.

Tab. 4.2.4-15: Metalleintrag im Bergerhoff 2001: Thallium

Bergerhoff : Thallium [µg/m²d]														
Serien 2001	21.02.2001	21.03.2001	18.04.2001	16.05.2001	13.06.2001	11.07.2001	08.08.2001	05.09.2001	03.10.2001	31.10.2001	28.11.2001	25.12.2001	25.12.2001	Standort- mittelwert
Wbb	<u>*0,025</u>	<u>*0,032</u>	<u>*0,022</u>	<u>*0,036</u>	0,014	<u>*0,025</u>	0,015	0,010	0,009	0,026	<u>*0,01</u>	0,012	0,019	<b>0,020</b>
WBS	0,012	0,010	0,011	0,026	0,019	0,012	0,011	0,014	<u>*0,02</u>	0,019	0,007	0,005	0,019	<b>0,014</b>
En	0,005	0,008	0,013	0,013	0,011	0,010	0,012	0,013	0,012	0,014	0,007	0,014	0,008	<b>0,011</b>
Shy	0,004	0,006	0,004	0,015	0,027	0,009	0,014	0,016	0,011	0,005	0,006	0,017	0,007	<b>0,011</b>
Gra	0,006	0,014	0,012	0,026	0,015	0,005	0,013	0,016	0,011	0,015	0,006	0,012	0,012	<b>0,013</b>
Bld	0,009	0,009	0,004	0,016	0,012	0,007	0,011	0,017	0,012	0,020	0,006	0,004	0,006	<b>0,010</b>
Aug	0,005	<u>*0,046</u>	0,005	0,016	<u>*0,042</u>	0,008	0,009	0,021	0,014	0,006	0,006	0,006	0,007	<b>0,015</b>
Mün	0,007	0,010	0,010	0,016	0,018	0,006	0,010	0,010	0,011	0,009	0,007	0,011	0,010	<b>0,010</b>
Serien-MW	<b>0,007</b>	<b>0,010</b>	<b>0,008</b>	<b>0,018</b>	<b>0,017</b>	<b>0,008</b>	<b>0,012</b>	<b>0,015</b>	<b>0,011</b>	<b>0,014</b>	<b>0,006</b>	<b>0,010</b>	<b>0,011</b>	
nach Transformation														
STABW/Ser.	<b>0,003</b>	<b>0,002</b>	<b>0,004</b>	<b>0,005</b>	<b>0,005</b>	<b>0,002</b>	<b>0,002</b>	<b>0,003</b>	<b>0,001</b>	<b>0,007</b>	<b>0,000</b>	<b>0,004</b>	<b>0,005</b>	
SW/Serie	<b>0,015</b>	<b>0,017</b>	<b>0,019</b>	<b>0,033</b>	<b>0,032</b>	<b>0,015</b>	<b>0,018</b>	<b>0,025</b>	<b>0,016</b>	<b>0,035</b>	<b>0,008</b>	<b>0,023</b>	<b>0,026</b>	
Berechnung eines Schwellenwertes zur Betrachtung von Standortmittelwerten														
STABW aller transformierten Werte	<b>0,004</b>													
Mittelwert aller Serienmittelwerte	<b>0,011</b>													
<b>SW</b>	<b>0,015</b>													
<b>SW' (ohne Augsburg und München)</b>	<b>0,016</b>													

Tab. 4.2.4-16: Metalleintrag im Bergerhoff 2001: Molybdän

Bergerhoff : Molybdän [µg/m²d]														
Serien 2001	24.01.01	21.02.01	21.03.01	18.04.01	16.05.01	13.06.01	11.07.01	08.08.01	05.09.01	03.10.01	31.10.01	28.11.01	25.12.2001	Standort- mittelwert
Wbb							0,28	0,18	0,15	0,40	0,11	0,26	0,17	<b>0,22</b>
WBS							0,28	0,16	0,26	0,33	0,09	0,20	0,20	<b>0,22</b>
En							0,22	0,19	0,21	0,24	0,17	0,16	0,08	<b>0,18</b>
Shy							0,33	0,26	0,22	0,18	0,18	0,15	0,07	<b>0,20</b>
Gra							0,25	0,26	0,23	0,26	0,13	0,16	0,12	<b>0,20</b>
Bld							0,92	0,30	0,22	0,35	0,18	0,09	0,08	<b>0,31</b>
Aug							0,52	0,58	0,42	0,31	0,28	0,35	0,25	<b>0,39</b>
Mün							0,86	0,65	<u>*0,976</u>	<u>*1,09</u>	<u>*1,4</u>	<u>*1,19</u>	<u>*0,906</u>	<b>1,01</b>
Serien-MW							<b>0,46</b>	<b>0,32</b>	<b>0,24</b>	<b>0,30</b>	<b>0,16</b>	<b>0,20</b>	<b>0,14</b>	
nach Transformation														
STABW/Ser.							<b>0,26</b>	<b>0,18</b>	<b>0,08</b>	<b>0,07</b>	<b>0,06</b>	<b>0,08</b>	<b>0,06</b>	
SW/Serie							<b>1,25</b>	<b>0,85</b>	<b>0,47</b>	<b>0,50</b>	<b>0,34</b>	<b>0,43</b>	<b>0,33</b>	
Berechnung eines Schwellenwertes zur Betrachtung von Standortmittelwerten														
STABW aller transformierten Werte	<b>0,14</b>													
Mittelwert aller Serienmittelwerte	<b>0,26</b>													
<b>SW</b>	<b>0,38</b>													
<b>SW' (ohne Augsburg und München)</b>	<b>0,26</b>													

fett = berechnete Werte

fett + kursiv = neu berechneter Serien-MW

klein = Werte halber Nachw eisgrenze

grau unterlegt = nach Transformationsschritten berechnete Werte

\* unterstrichen = zur Berechnung des Serien-MW und des SW ungeeigneter Wert

Die Jahresmittelwerte der Thalliumeinträge lassen zum gegenwärtigen Zeitpunkt noch keine Auffälligkeiten erkennen. Das Jahresmittel ist in Weibersbrunn etwas höher.

Für Molybdän lassen sich trotz verminderter Analysenergebnisse deutliche Unterschiede zwischen den ländlichen DBS und den Stationen Augsburg und insbesondere München erkennen: der bayernweite Schwellenwert **SW** wird hier deutlich überschritten.

#### 4.2.5 Vergleichende Ergebnisbetrachtung

##### Überschreiten des Schwellenwertes

Die **Tabellen 4.2.5-1 bis -2** fassen die Überschreitungen des bayernweiten Schwellenwertes (**SW**) der Beprobungen 2000 und 2001 zusammen.

Tab. 3.1.5-1: Überschreitung des bayernweiten Schwellenwertes (**SW**) in Bergerhoff 2000

	Al	As	Cd	Co	Cr	Cu	Fe	Mn	Ni	Pb	Sb	Ti	V	Zn
<b>Wbb</b>			+					+						
<b>Wßs</b>												+		
<b>Ein</b>									+					
<b>Shy</b>								+						
<b>Gra</b>	+		o	+		+			+			+		
<b>Bid</b>									+					
<b>Aug</b>	+			o	+	+	+		+		+	+		
<b>Mün</b>		+	o	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+

+

SW überschritten

o

SW erreicht

Tab. 3.1.5-2: Überschreitung des bayernweiten Schwellenwertes (**SW**) in Bergerhoff 2001

	Al	As	Cd	Co	Cr	Cu	Fe	Mn	Ni	Pb	Sb	Ti	V	Zn	TI	Mo
<b>Wbb</b>										+				+	+	
<b>Wßs</b>						+										
<b>Ein</b>																
<b>Shy</b>	+							+								
<b>Gra</b>																
<b>Bid</b>																
<b>Aug</b>	+			o	+	+	+	+			+				o	+
<b>Mün</b>	+	+		+	+	+	+	+	+	+	+			+		+

Die beiden Tabellen weisen für die Metalleinträge an der DBS München die häufigsten Schwellenwert-Überschreitungen nach. Dieses Bild bestätigt prinzipiell die Ergebnisse der **Metallanreicherung** im Weidelgras in den Vergleichsjahren. Anders als dort fällt jedoch beim **Metalleintrag** im Bergerhoff auch die Station Augsburg durch mehrmalige Überschreitungen des bayernweiten Schwellenwertes **SW** auf, d.h. sie ähnelt hier eher dem Typus der Stadt - DBS. Das spricht zualler-

erst dafür, dass Staubpartikel in der Atmosphäre und damit ein großer Teil der Metallfracht hauptsächlich über den Weg der nassen Deposition nachweisbar sind - daraus lässt sich jedoch keine Abschätzung über die tatsächlich deponierte Menge ableiten. Zum anderen scheinen witterungsbedingte Effekte beide Verfahren unterschiedlich stark zu beeinflussen (siehe auch unterschiedliche Anreicherungsraten bei 2 bzw. 4-wöchig exponiertem Weidelgras, Kap.3.1.5). Beide Methoden stellen akkumulierende Indikatoren dar, beim Weidelgras führen jedoch starke Niederschläge zu einer Reduzierung der anhaftenden Staubpartikel, ein Effekt, der beim Verfahren Bergerhoff nicht zu beobachten ist. Andererseits ist das Weidelgras in der Lage auf Grund des „Auskämm-Effekts“ auch **Schwebstaub** anzureichern – beim Bergerhoff-Sammler wird dagegen hauptsächlich der **Grobstaub** erfasst.

### Rangfolge der Hintergrundbelastungen

Tab. 4.2.5-3: Reihenfolge der höchsten Metalleinträge im Bergerhoff

	Rang 2000	Rang 2001	Mittel 00-01	Rang Mittel
Mün	1	1	1,3	1
Aug	2	2	2,9	2
Wbb	4	5	4,7	3
Gra	3	7	4,7	3
Wßs	5	3	4,9	5
Shy	7	4	5,5	6
Bid	6	8	5,9	7
Ein	8	6	6,1	8

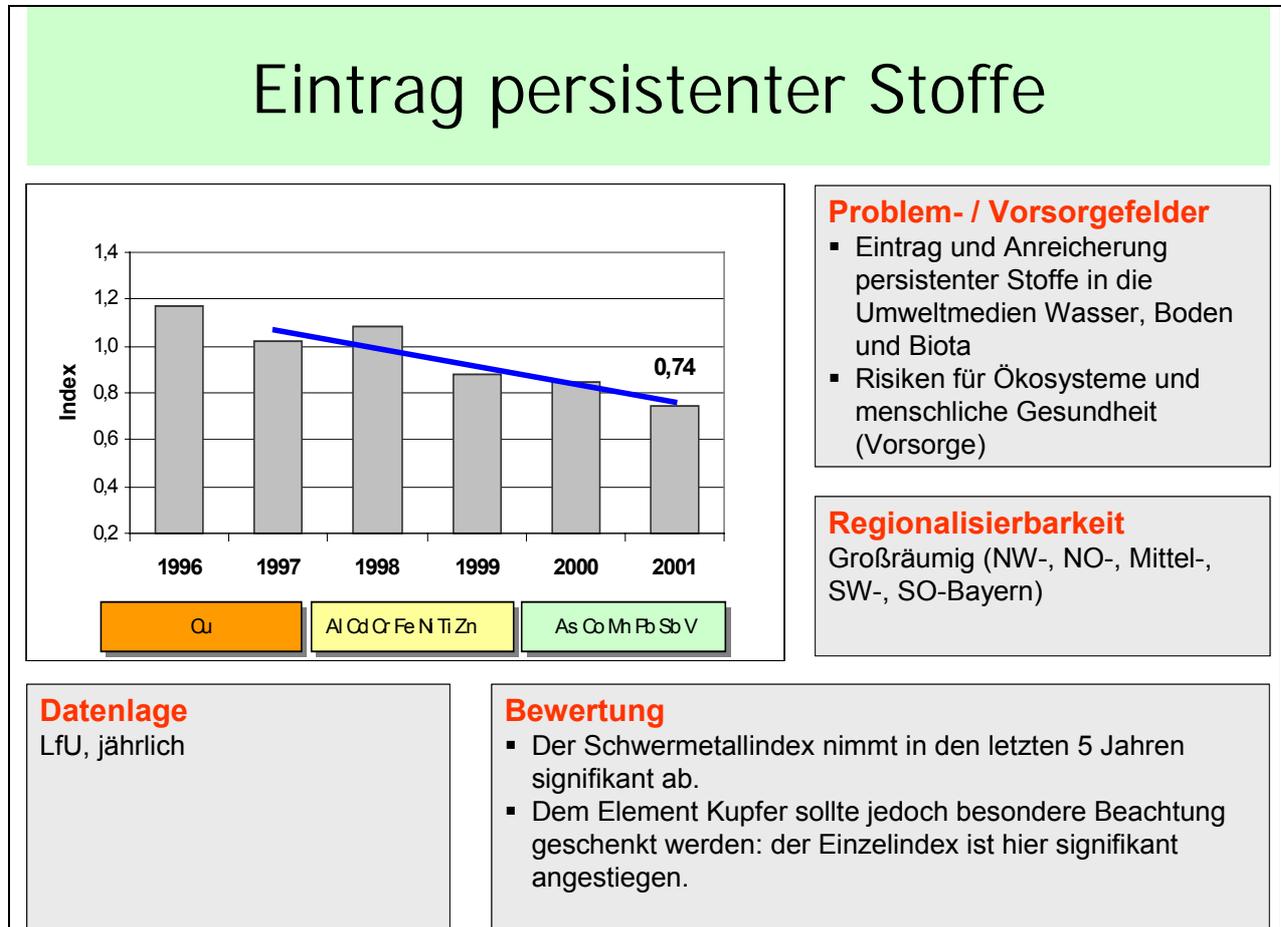
Legende: 1 = höchste Belastung - 4 = mittlere Belastung - 8 = niedrigste Belastung

Für diese Beurteilung wurde je Element und für jede Station aus dem Kollektiv der **Standortmittelwerte** ein entsprechender **Rang** berechnet. Dieser wurde anschließend stationsweise gemittelt. Aus diesem Mittelwert ergibt sich die jährliche Reihenfolge des Hintergrundniveaus (**Rang 2000**, **Rang 2001**). Durch Mittelung der Ränge beider Jahre und aller Elemente pro DBS wird das **Mittel 00-01** dargestellt, diesem ist das **Rang Mittel** zugeordnet.

Das Rang Mittel ist ein Maß für das unterschiedlich hohe Hintergrundniveau im bayerischen Vergleich.

#### 4.2.6 Aktuelles Anwendungsbeispiel

Der Idee folgend, aus bestehenden Programmen zur Umweltbeobachtung geeignete Methoden auszuwählen, die ökosystemrelevante Entwicklungen hinreichend genau aber auch anschaulich beschreiben können, wurde für einen Umweltindikator zum Problemfeld „Eintrag persistenter Stoffe“ beispielhaft die Methode Bergerhoff ausgewählt, der im Folgenden beschrieben wird.



### Eintrag persistenter Stoffe in naturnahe waldfreie Ökosysteme aus der Atmosphäre – Schwermetalle - [Index]

**Problem- und Vorsorgefeld:** Da sich nur persistente Stoffe auf Dauer in der Umwelt anreichern und ubiquitär verteilen, ist Persistenz ein zentrales Beurteilungskriterium für die Ökotoxizität von Stoffen (Vorsorge).

**Definition:** Ein Stoff ist persistent, wenn er gegenüber allen Abbauprozessen widersteht oder nicht oder nur sehr langsam aus den natürlichen Stoffkreisläufen eliminiert wird. Persistente Stoffe können in zwei Gruppen unterteilt werden: persistente organische Schadstoffe (POPs, persistent organic pollutants) und Metalle einschl. bestimmter Verbindungen. Der Metalleintrag in die Umwelt kann mit verhältnismäßig einfachen Methoden bestimmt werden, für POPs liegen keine vergleichbaren Erfassungssysteme vor. Deshalb beschränkt sich der Indikator derzeit auf Metalle. Der Index ist das arithmetische Mittel der Einzelelementindizes, errechnet aus den Eintrags-Schwellenwerten (obere statistische Begrenzung des Hintergrundeintrags) der Metalle Al, As, Cd, Cr, Co, Cu, Fe, Mn, Ni, Pb, Sb, Ti, V, Zn. Die Einzelelementindizes beziehen sich auf die mittleren Element-Schwellenwerte des Fünfjahreszeitraums 1996-2000 (Index = 1).

Datenbasis sind Werte der Gesamtdeposition aus der Atmosphäre (nass und staubförmig, in  $\mu\text{g}/(\text{m}^2\cdot\text{d})$ ), Messverfahren nach Bergerhoff, VDI 2119/2), gemessen auf Freiflächen, die nicht unmittelbar durch Emittenten beeinträchtigt sind. Die Ergebnisse sind damit auf naturnahe waldfreie Ökosysteme übertragbar.

**Funktionaler Zusammenhang:** Der Indikator ist den MÖN-Kapiteln *Umweltmedien / Wasser, Boden* und *Biota* zugeordnet [unveröffentlicht, 2002]. Analog dem DPSIR-Typisierungsschema handelt es sich um einen *Zustandsindikator*. Der Indikator wird durch den *Belastungsfaktor Stoffe* in Abgasemissionen beeinflusst. Diese werden bei verschiedenen *Aktivitäten* in *Industrie* und *Gewerbe*, der *Ver- und Entsorgung*, dem *Verkehr* aber auch durch die *Haushalte* in die Umwelt freigesetzt. Oft sind Verbrennungsprozesse und Abrieb (z.B. Bremsbeläge) ursächlich. Metall-Emissionen gelangen in metallischer Form oder als chemische Verbindungen, teilweise auch gasförmig (Quecksilber), in die Atmosphäre. Sie sind meist an Aerosole gebunden. Je nach Partikelgröße werden sie unterschiedlich weit vom Emissionsort wegtransportiert. Sedimentation und nasse Niederschläge führen zur Deposition der Metalle und zur Anreicherung in terrestrischen und aquatischen Lebensräumen. Sie können sich in biotischen Matrices anreichern und physiologische Prozesse stören. Ihre Folgen sind Wirkungen auf Ökosysteme. Über die Nahrungskette können Risiken für die Gesundheit des Menschen entstehen.

**Datenlage:** Die Daten werden vom LfU an den immissionsökologischen Dauerbeobachtungsstationen (DBS) erhoben. Die 6 DBS in Bayern spiegeln für ihre jeweilige Region die Immissionssituation „im Hintergrund“ wider. Die Daten werden in vierwöchigem Abstand erhoben und jährlich zusammengefasst.

**Umweltziele:** Quantifizierte Umweltziele i.S. ökologischer Belastungsgrenzen, z.B. nach dem Konzept der Critical Loads & Levels, gibt es derzeit nicht. Dieser Ansatz wird aktuell bei mehreren Stellen diskutiert. Im Hinblick auf evtl. ökotoxische Kombinationswirkungen der Komponenten und deren Langzeitwirkung (= Vorsorgegedanke) ist hier als Ziel die Vermeidung eines Anstiegs des Schwermetallindex definiert. Akute Schädwirkungen sind bei den derzeitigen Hintergrund-Einträgen nicht bekannt.

**Bewertung:** Die Bewertung orientiert sich am Trend der letzten 5 Erhebungsjahre. Früher erhobene Daten werden zukünftig zwar dargestellt, aber für die Trendanalyse außer Acht gelassen. Damit wird eine ständige Aktualisierung des Trends und eine Erfolgskontrolle umweltpolitischer Maßnahmen möglich. Die zeitliche Entwicklung der Indizes der einzelnen Elemente ist den Einträgen im roten, gelben und grünen Feld zu entnehmen (farbige Abbildung siehe **Kap. Zusammenfassung**): rot = Einzeltrend ansteigend, gelb = indifferenten Verlauf, grün = Einzeltrend abnehmend. Die Bewertung ist insgesamt positiv, da der Gesamtindex signifikant abnimmt. Dem Element Kupfer sollte jedoch besondere Beachtung geschenkt werden: der Einzelindex ist hier signifikant angestiegen.

**Weiterentwicklung:** Ergänzend zu den Metallen sollten zukünftig auch POPs bei der Indexberechnung berücksichtigt werden. Außerdem sollte der Indikator wegen der besonderen Depositions- und Akkumulationsverhältnisse mit Indizes zu Waldökosystemen ergänzt werden. Für Ökosysteme und menschliche Gesundheit sind außerdem die Einträge von POPs auf bewirtschafteten Flächen (Forst- und Landwirtschaft, z.B. Pestizidausbringung, schwermetallhaltiger Minereraldünger) von erheblicher Bedeutung. Dafür ist die Entwicklung eigener Teilindikatoren notwendig.

**Regionalisierbarkeit:** Eine Regionalisierung der Aussagen ist bei der derzeitigen Messnetzdicke nur großräumig möglich (NW-, NO-, Mittel-, SW-, SO-Bayern). Bei Verdichtung der Datenerhebung wären auch kleinräumigere Aussagen möglich.

**Länderkompatibilität:** Im Interesse einer bundesweiten Vergleichbarkeit schlägt die Länder-Initiative Kern-Indikatoren (LIKI) die Entwicklung eines abgestimmten Indikators für „Schwermetalle“ als Kernindikator vor. Auf Basis eines Fachgesprächs mit Länderexperten hat das LfU hierzu einen ersten Vorschlag erarbeitet.

## **Anhang**

Anhang 1: Metallanreicherung im Moos

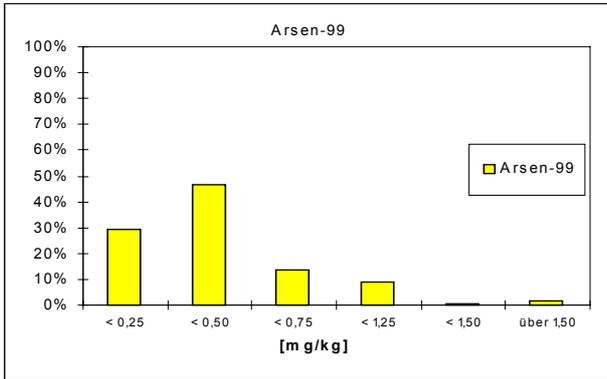
Anhang 2: Metallanreicherung im Weidelgras

Anhang 3: PCDD/F in Weidelgras und Grünkohl

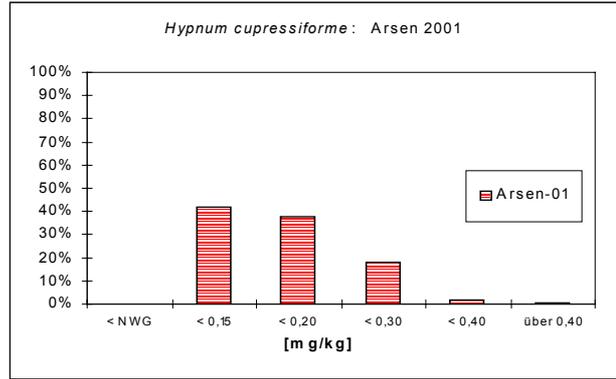
Anhang 4: Metalleintrag in Bergerhoff-Sammlern

### Anhang: Metallanreicherung im Moos

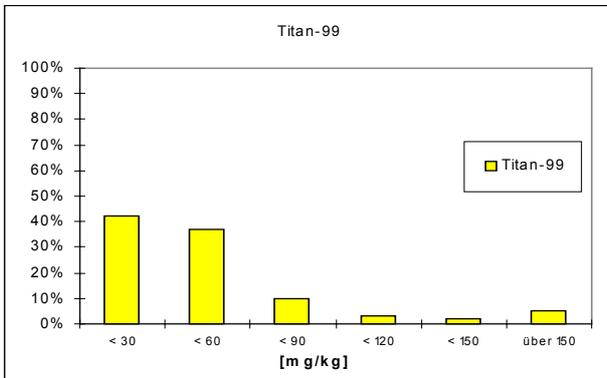
Achtung! Häufigkeitsverteilungen haben unterschiedliche Intervallgrenzen 1999 - 2001



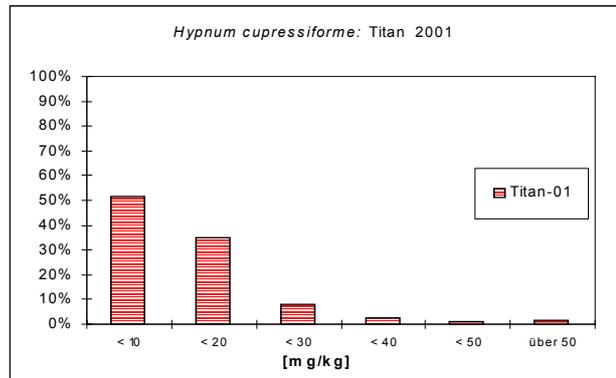
Verteilung der Arsengehalte 1999



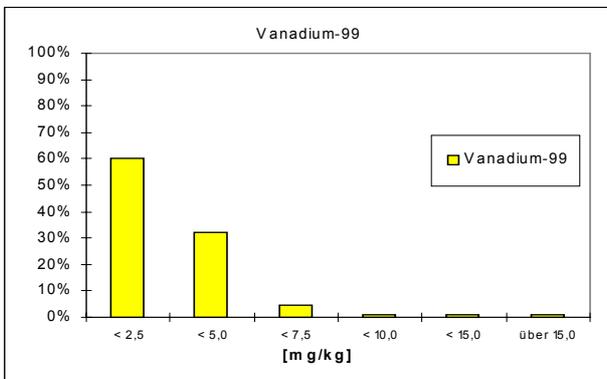
Verteilung der Arsengehalte 2001



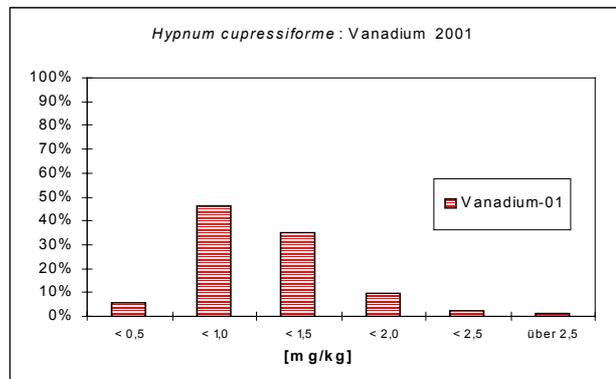
Verteilung der Titangehalte 1999



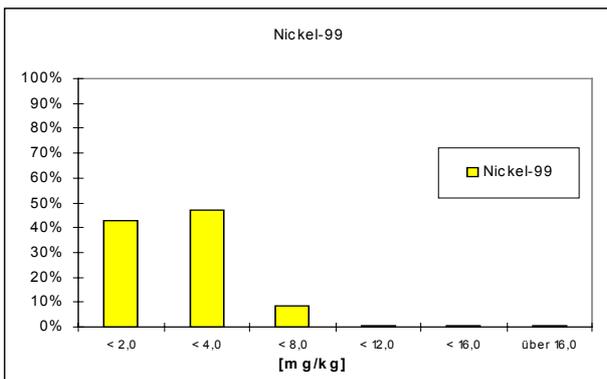
Verteilung der Titangehalte 2001



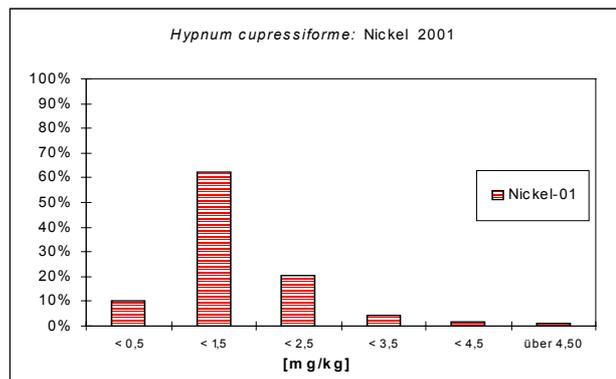
Verteilung der Vanadiumgehalte 1999



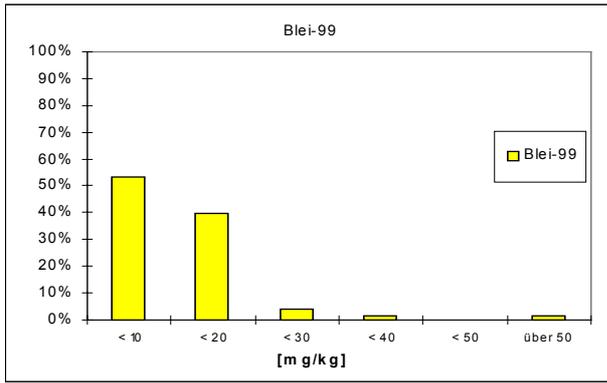
Verteilung der Vanadiumgehalte 2001



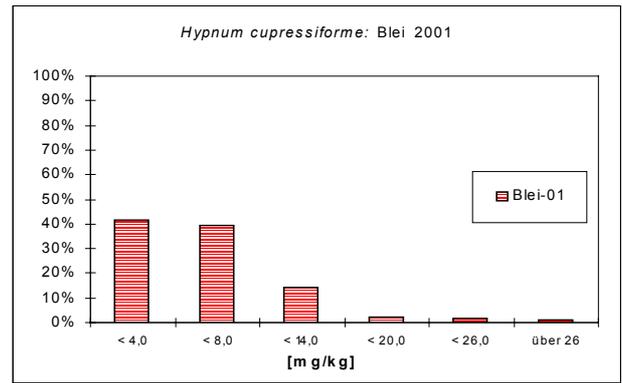
Verteilung der Nickelgehalte 1999



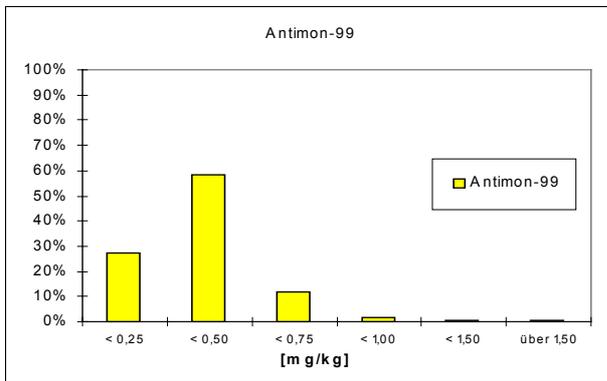
Verteilung der Nickelgehalte 2001



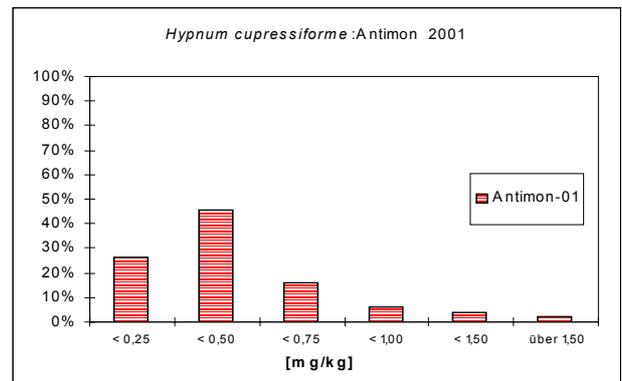
Verteilung der Bleigehalte 1999



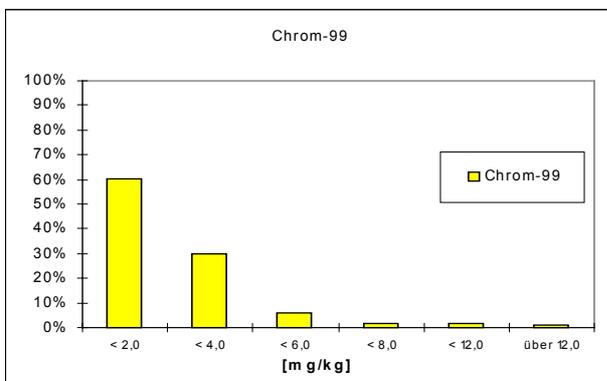
Verteilung der Bleigehalte 2001



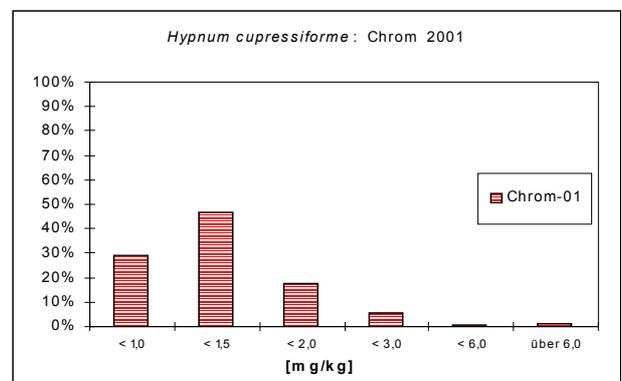
Verteilung der Antimongehalte 1999



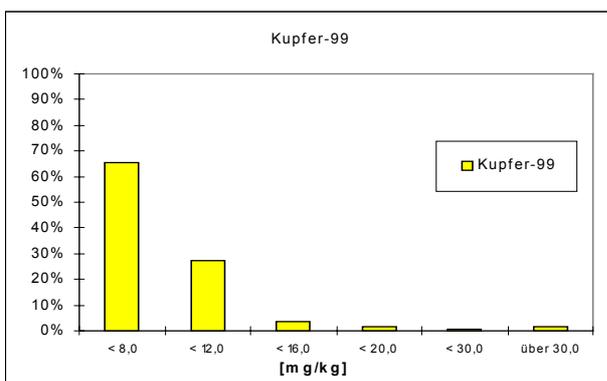
Verteilung der Antimongehalte 2001



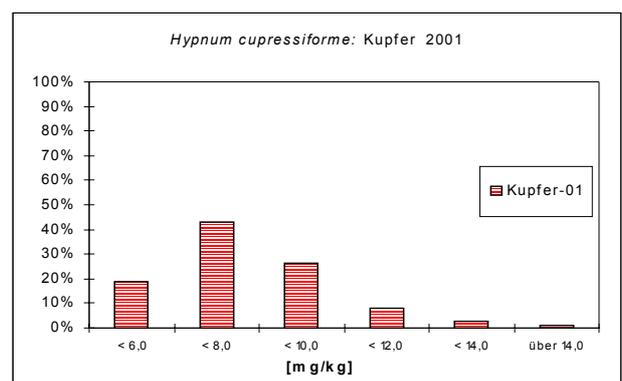
Verteilung der Chromgehalte 1999



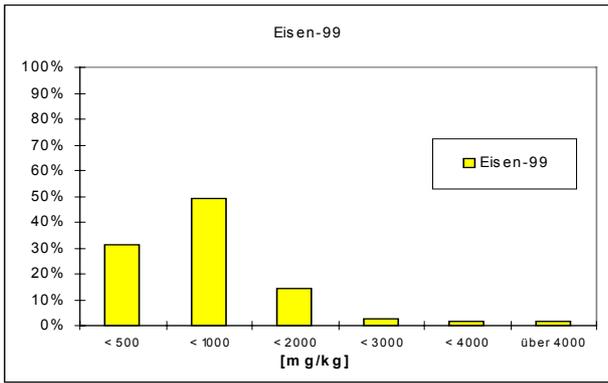
Verteilung der Chromgehalte 2001



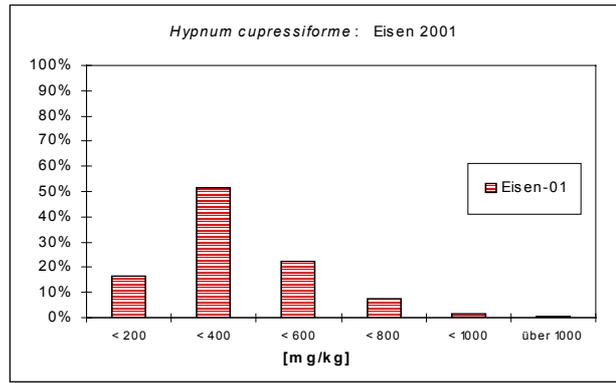
Verteilung der Kupfergehalte 1999



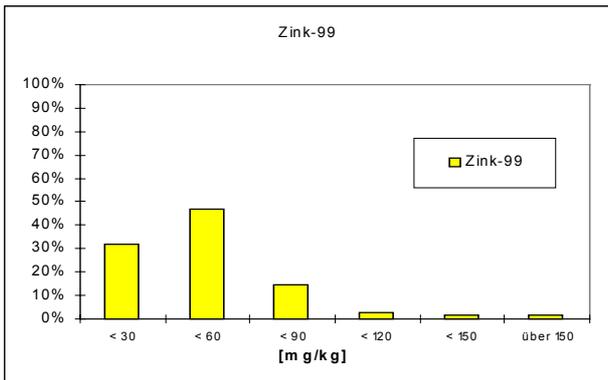
Verteilung der Kupfergehalte 2001



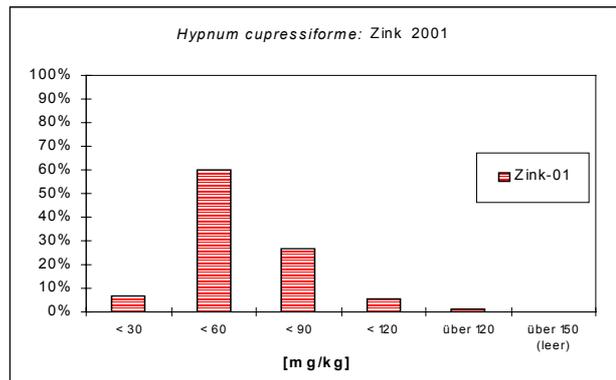
Verteilung der Eisengehalte 1999



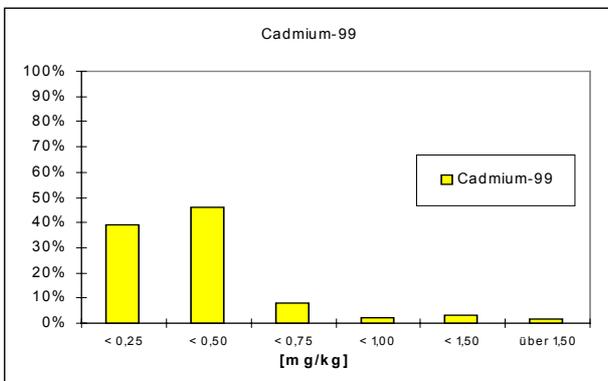
Verteilung der Eisengehalte 2001



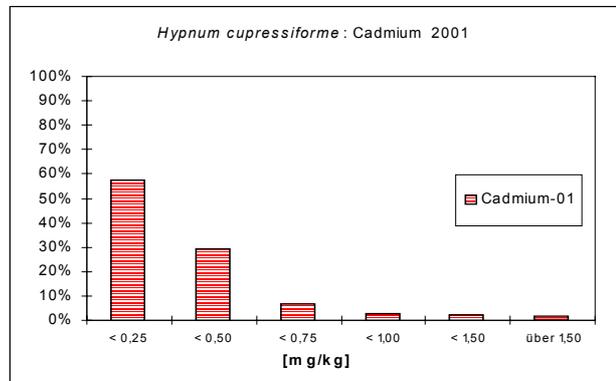
Verteilung der Zinkgehalte 1999



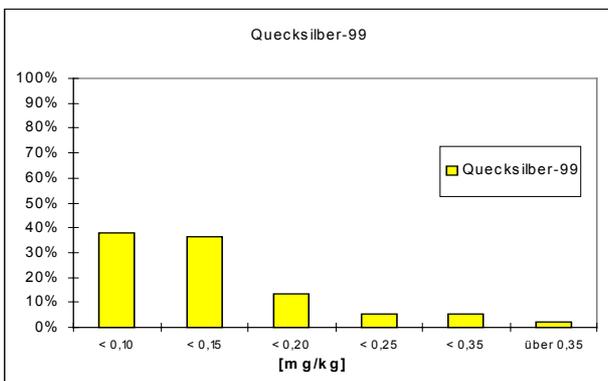
Verteilung der Zinkgehalte 2001



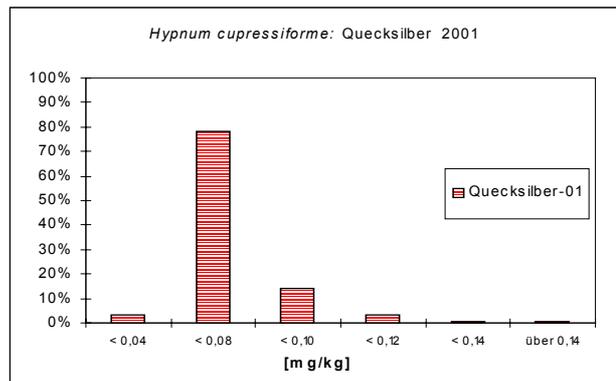
Verteilung der Cadmiumgehalte 1999



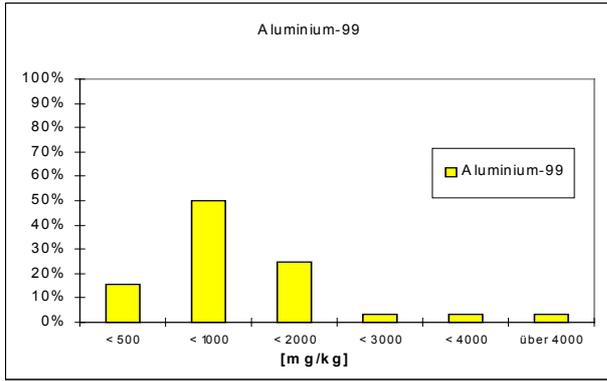
Verteilung der Cadmiumgehalte 2001



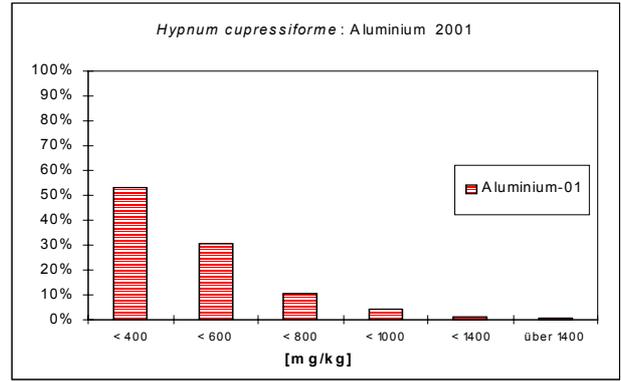
Verteilung der Quecksilbergehalte 1999



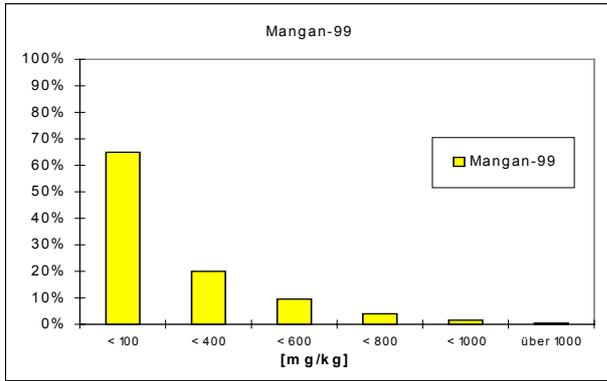
Verteilung der Quecksilbergehalte 2001



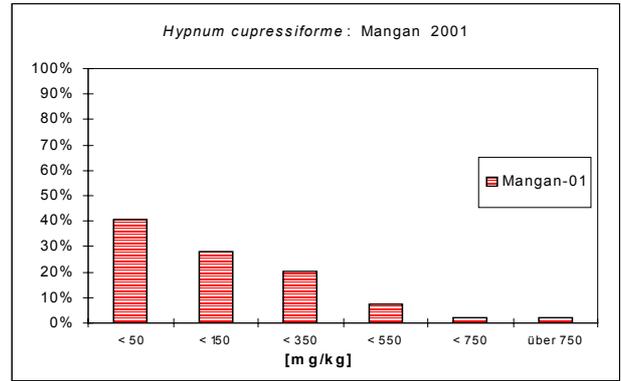
Verteilung der Aluminiumgehalte 1999



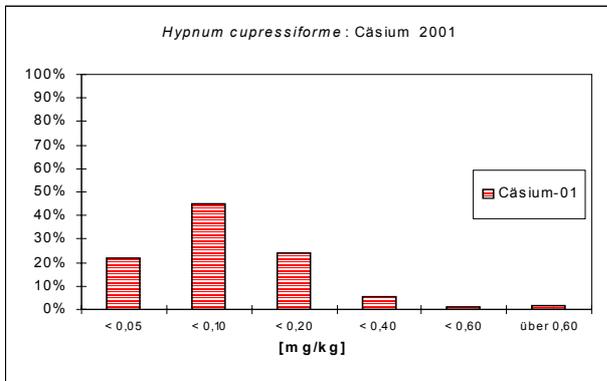
Verteilung der Aluminiumgehalte 2001



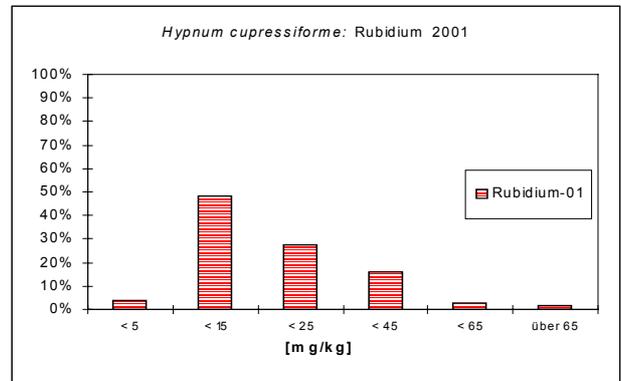
Verteilung der Mangangehalte 1999



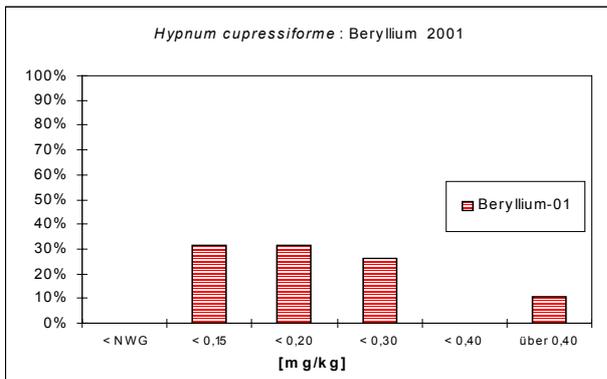
Verteilung der Mangangehalte 2001



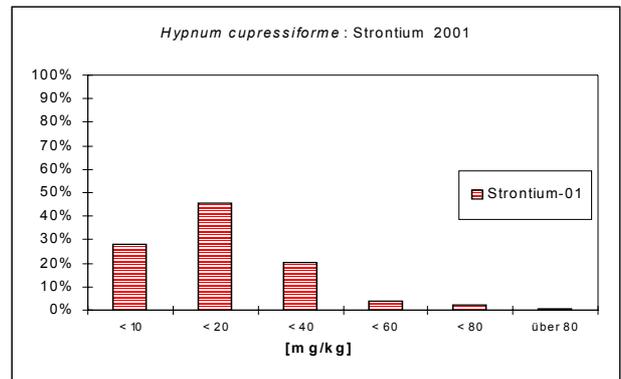
Verteilung der Cäsiumgehalte 2001



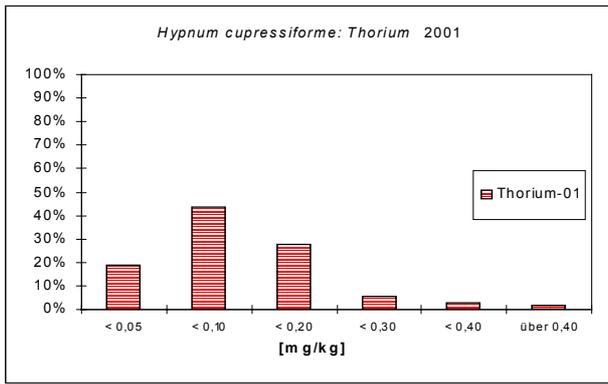
Verteilung der Rubidiumgehalte 2001



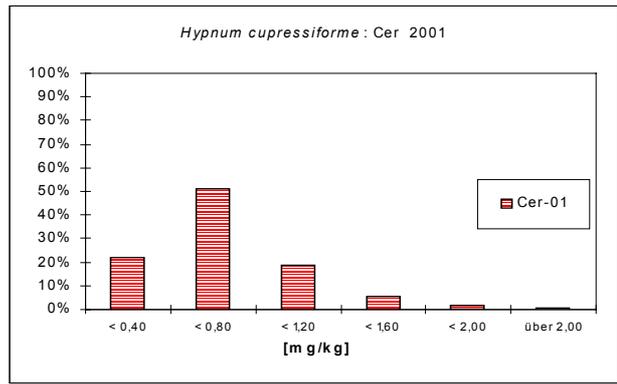
Verteilung der Berylliumgehalte 2001



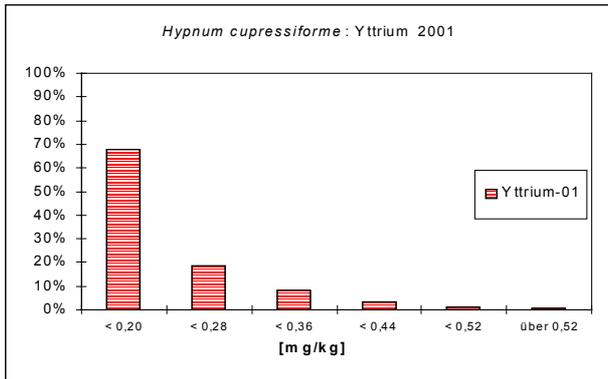
Verteilung der Strontiumgehalte 2001



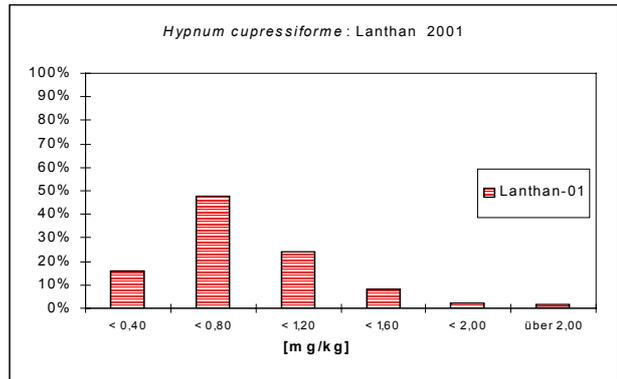
Verteilung der Thoriumgehalte 2001



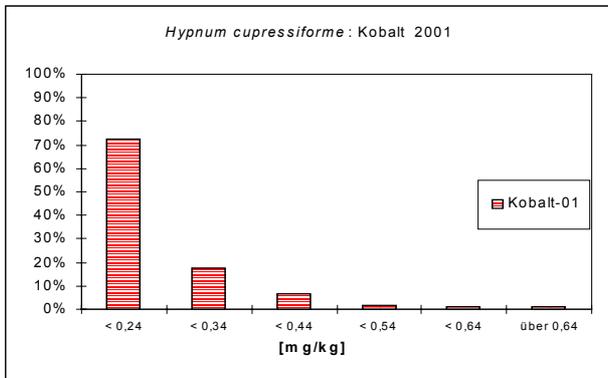
Verteilung der Cergehalte 2001



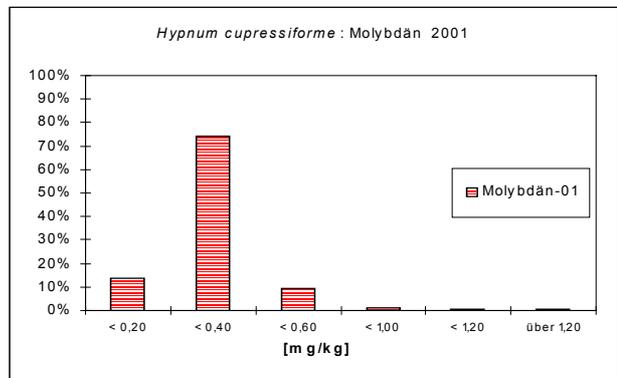
Verteilung der Yttriumgehalte 2001



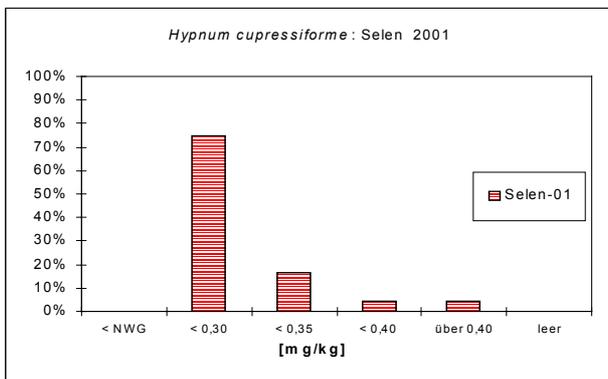
Verteilung der Lanthangehalte 2001



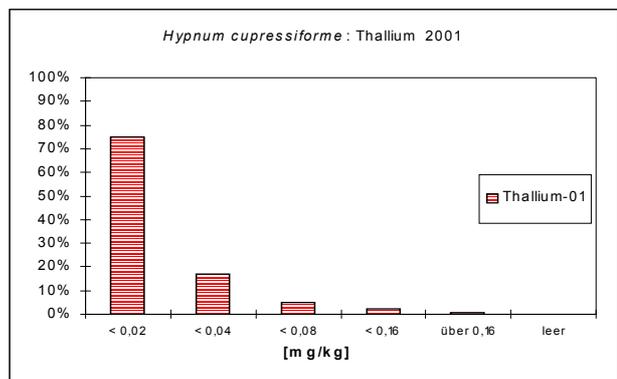
Verteilung der Kobalthalte 2001



Verteilung der Molybdängehalte 2001



Verteilung der Selengehalte 2001



Verteilung der Thalliumgehalte 2001

## Anhang: Metallanreicherung im Weidelgras

### Säulendiagramme:

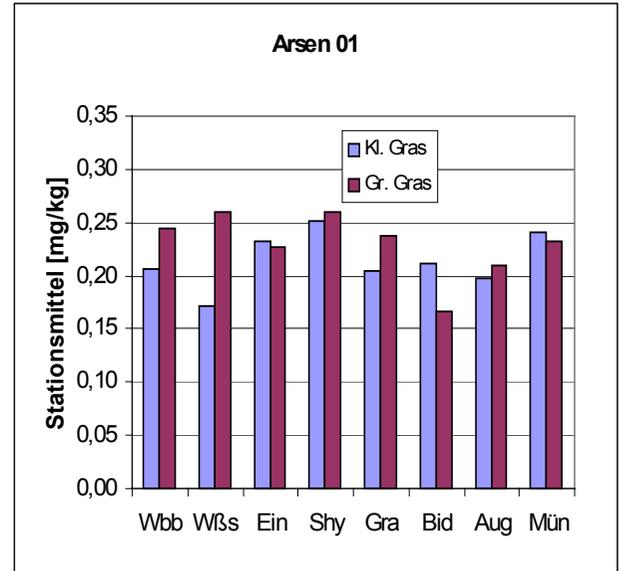
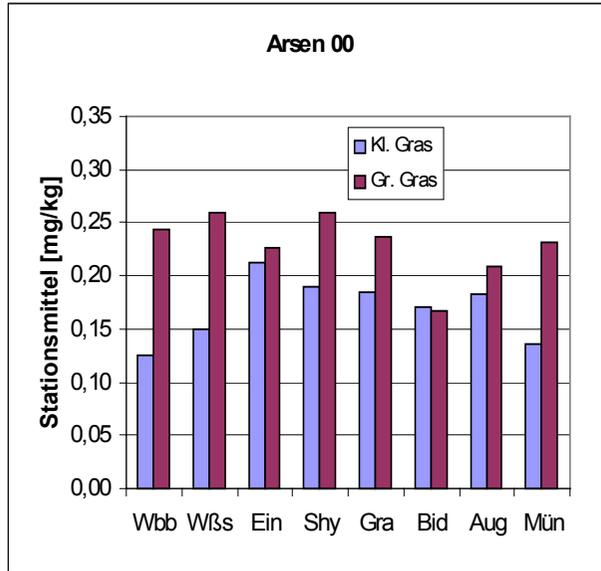
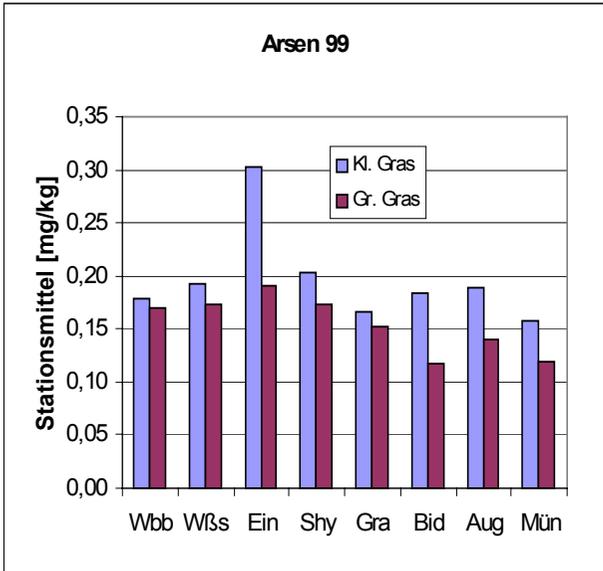
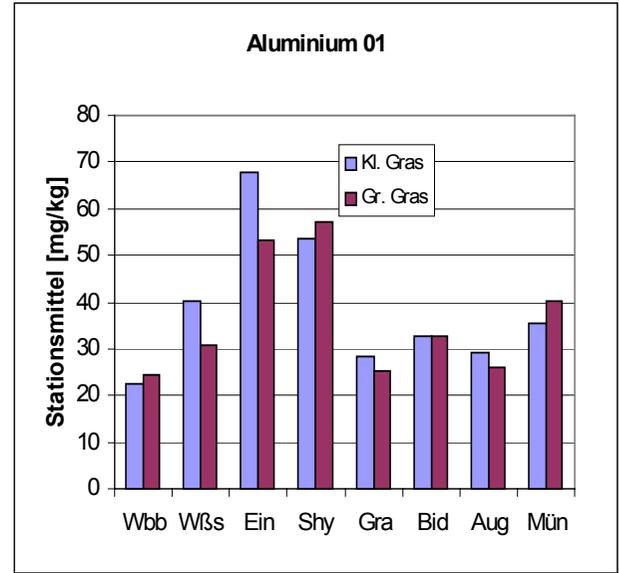
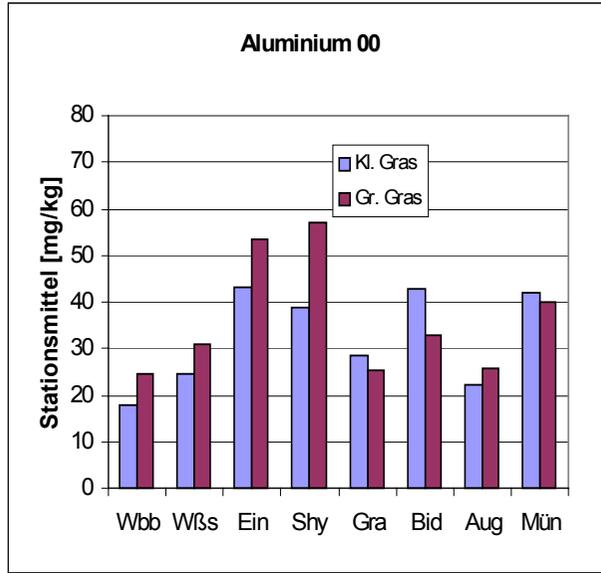
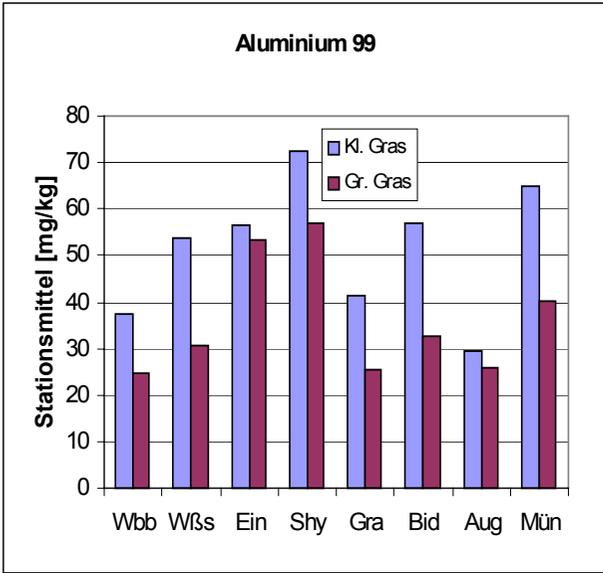
Standortvergleich Kleine Weidelgraskultur / Große Weidelgraskultur – 1999, 2000, 2001 (Standortmittelwert)

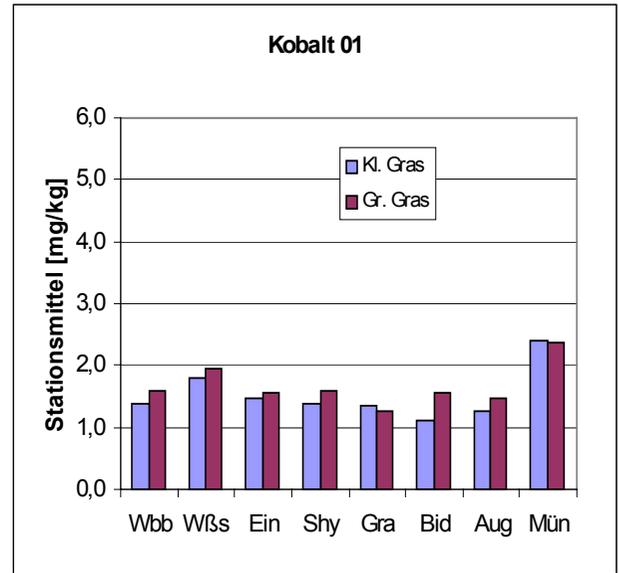
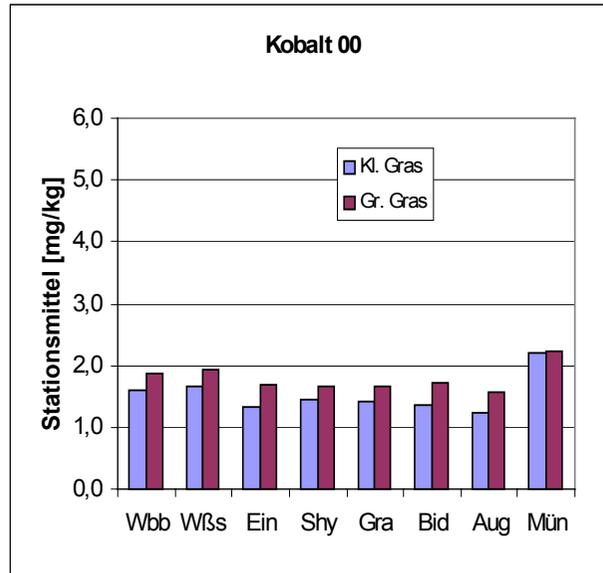
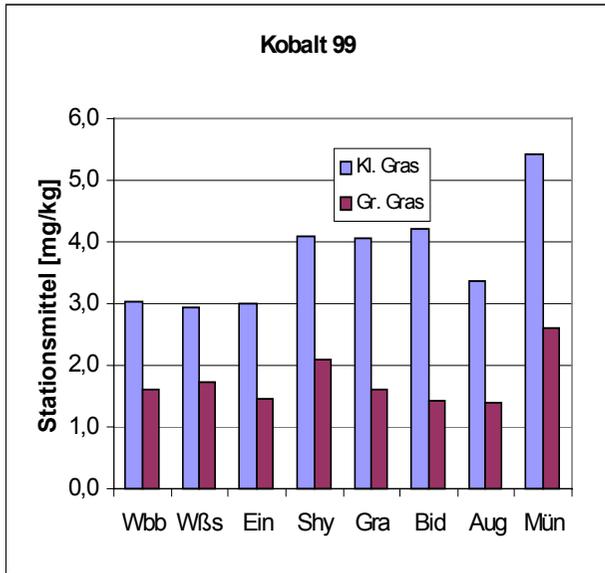
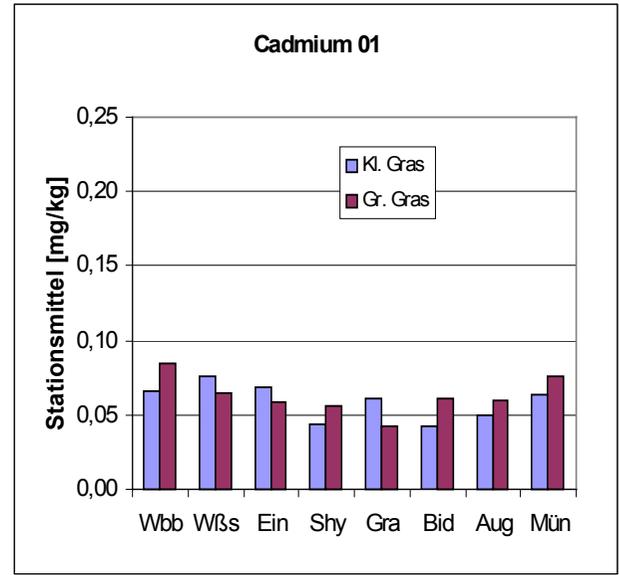
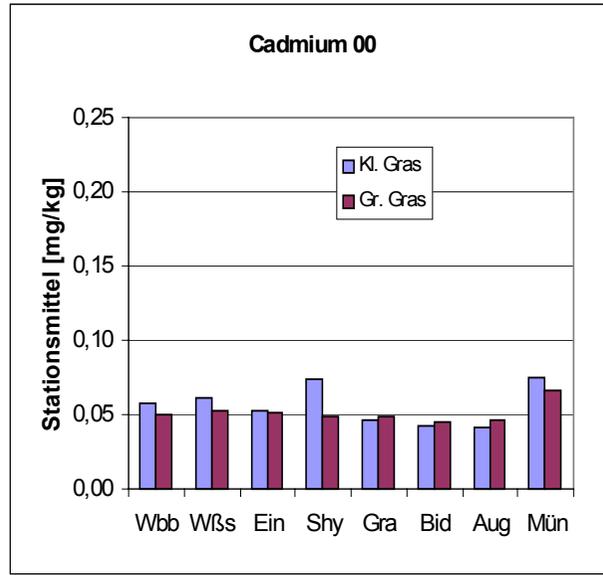
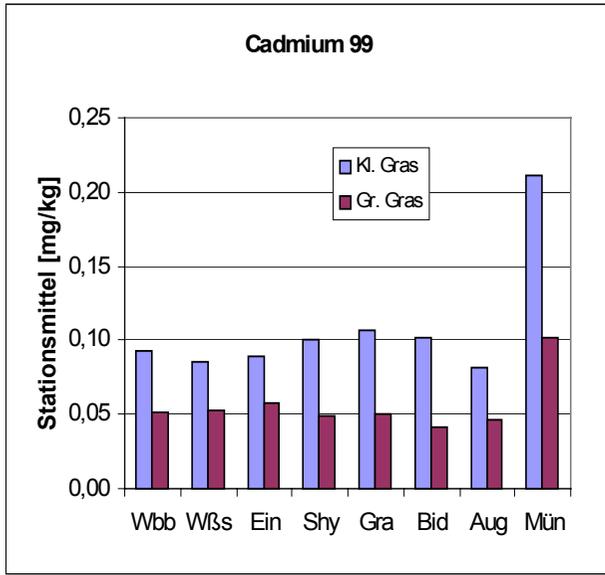
Kleine Graskultur bis 1999 14-tägig exponiert, ab 2000 28-tägig exponiert

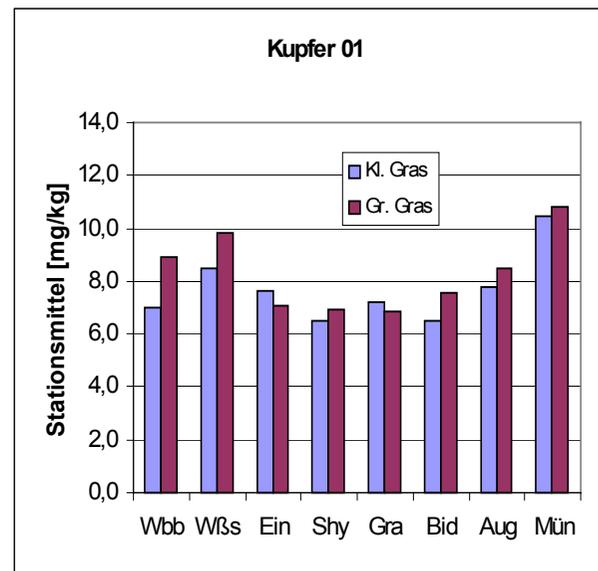
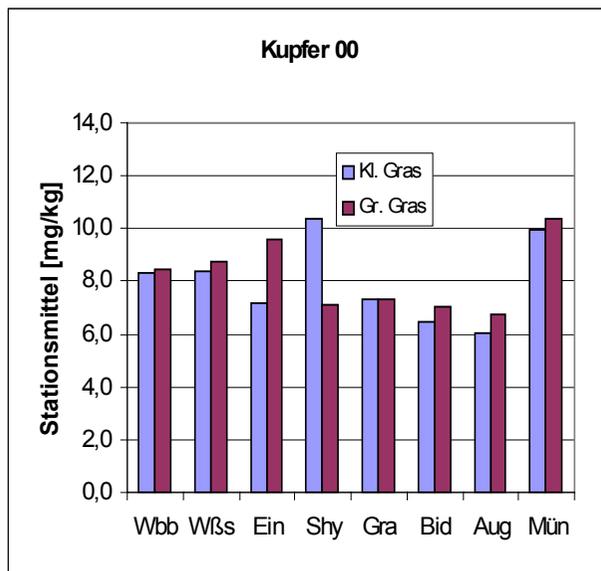
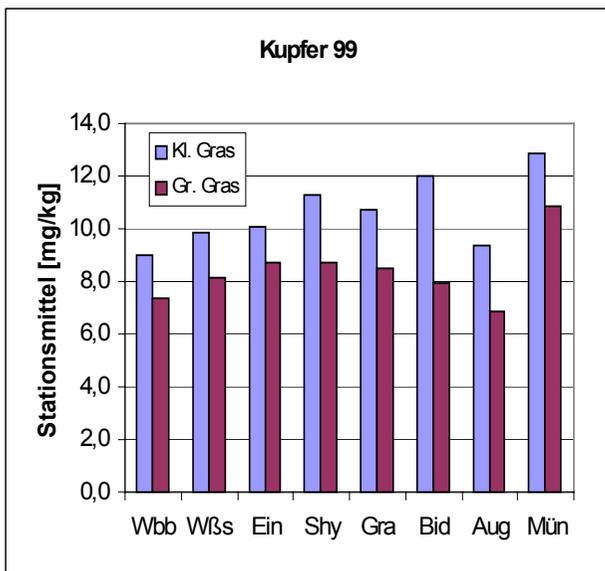
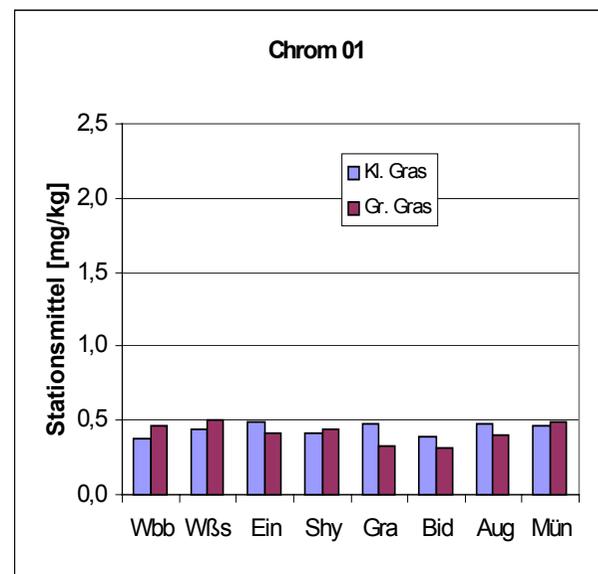
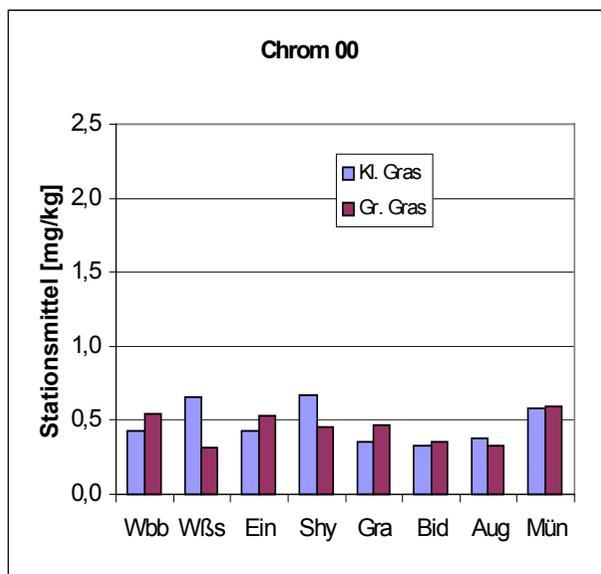
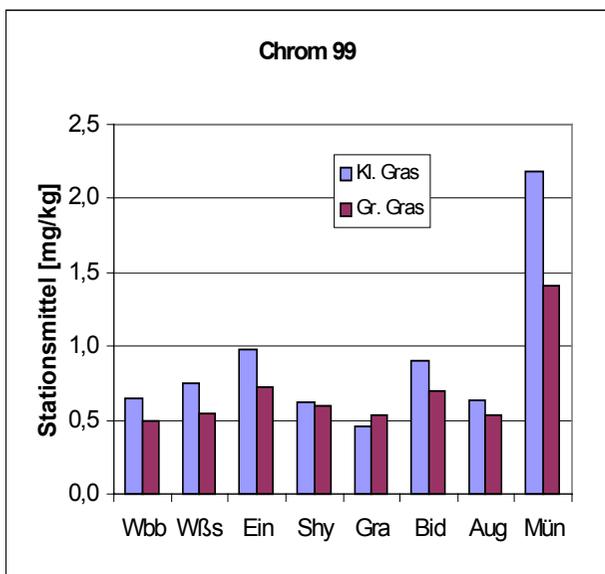
### Punktdiagramme:

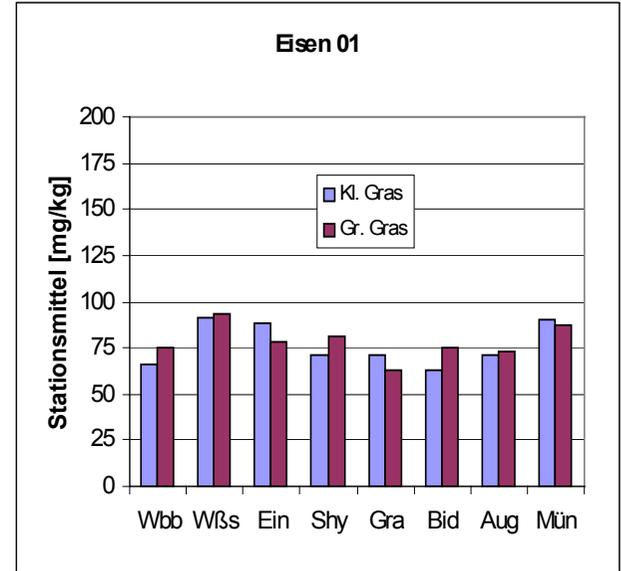
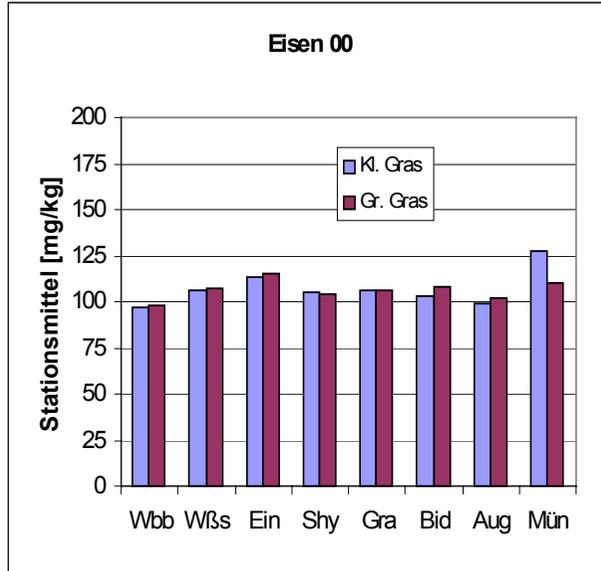
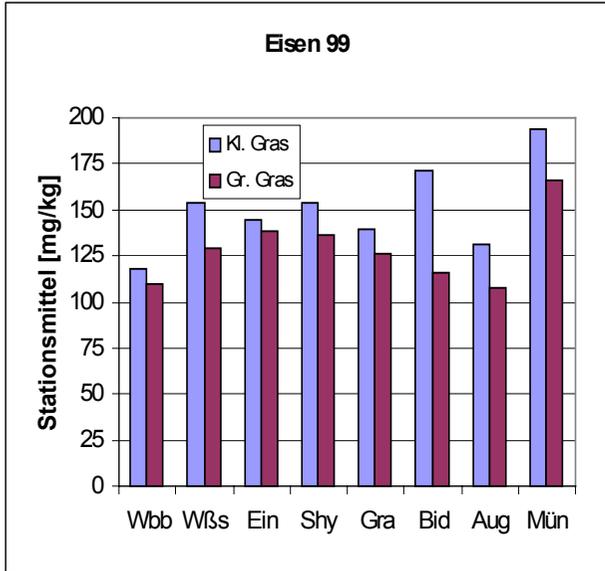
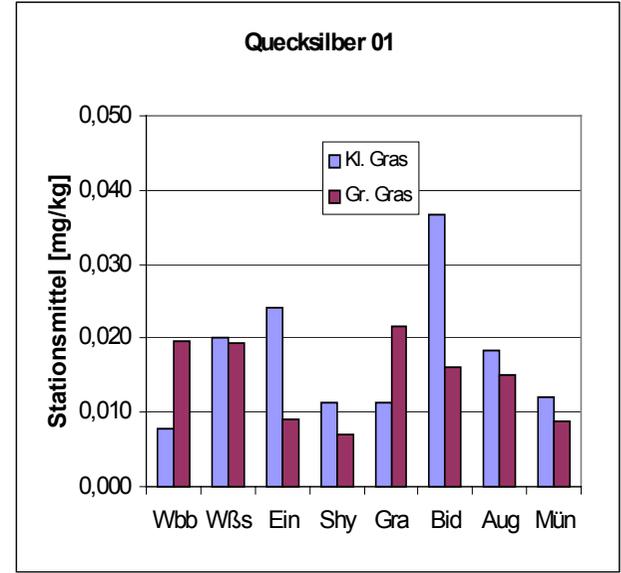
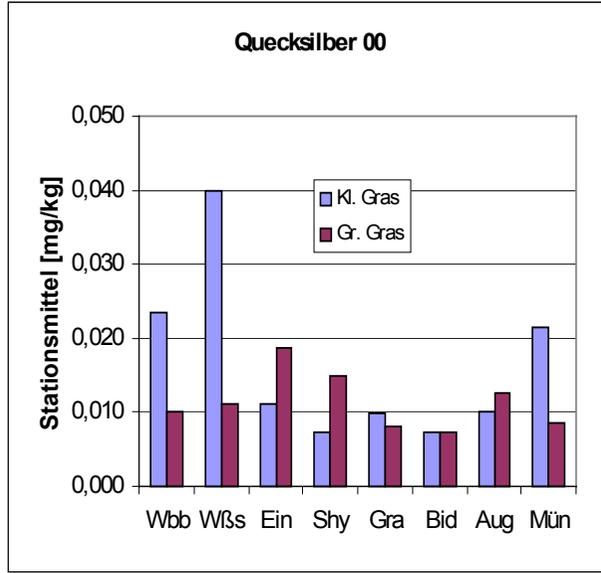
Vergleich der Standortmittelwerte Kleine Weidelgraskultur / Große Weidelgraskultur – 1999, 2000, 2001 – die eingezeichneten **Trends** sind **ohne Signifikanz**, sie geben den augenblicklichen Kenntnisstand wieder. Weitere Erläuterungen siehe am Anfang des Kap. 3.1.4.

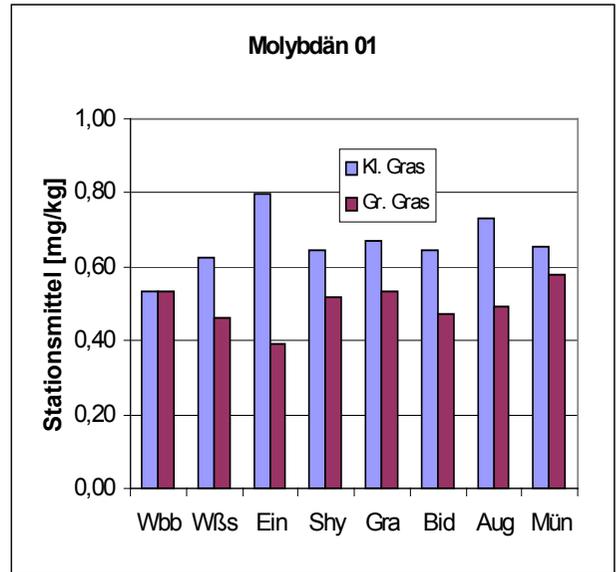
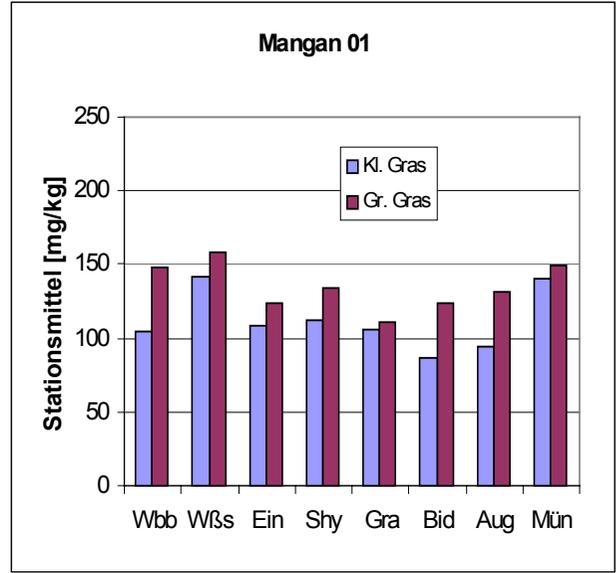
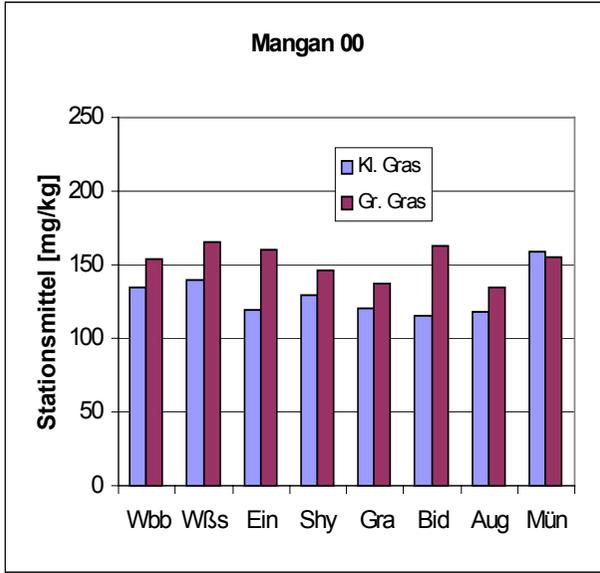
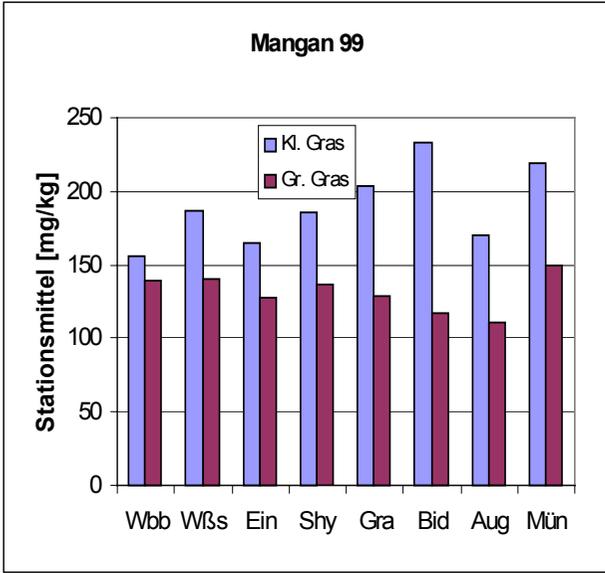
Kleine Graskultur bis 1999 14-tägig exponiert, ab 2000 28-tägig exponiert

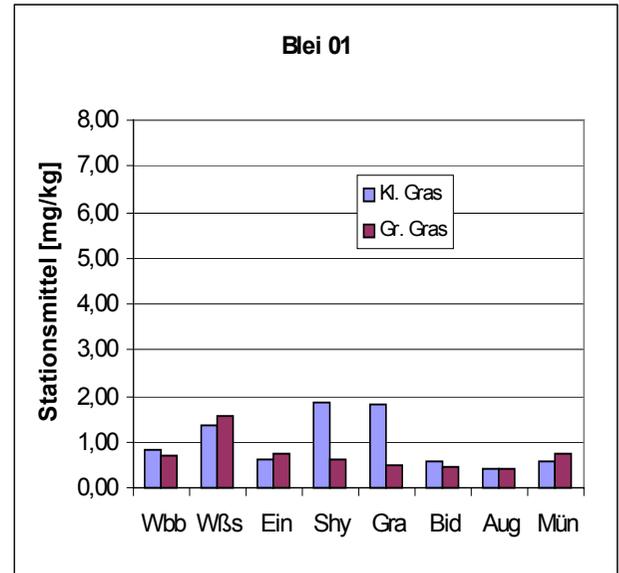
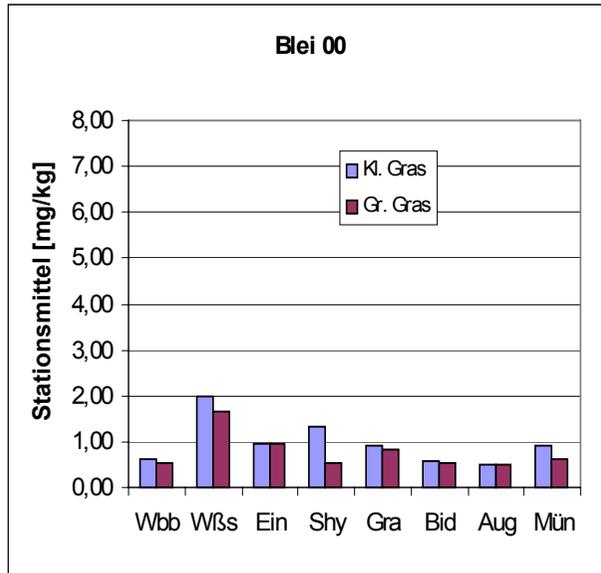
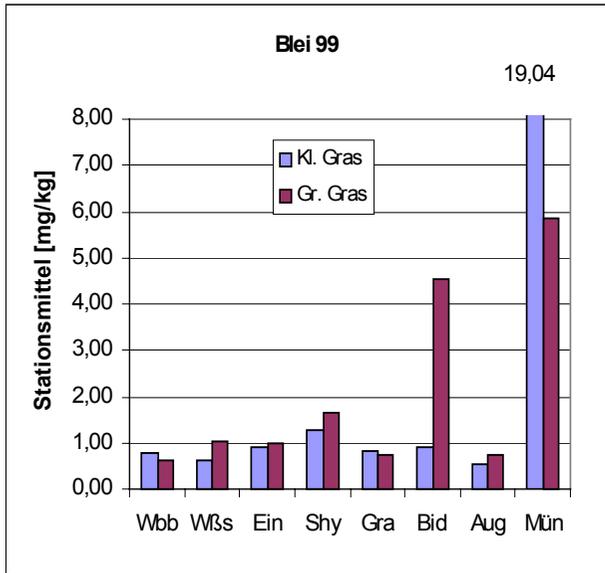
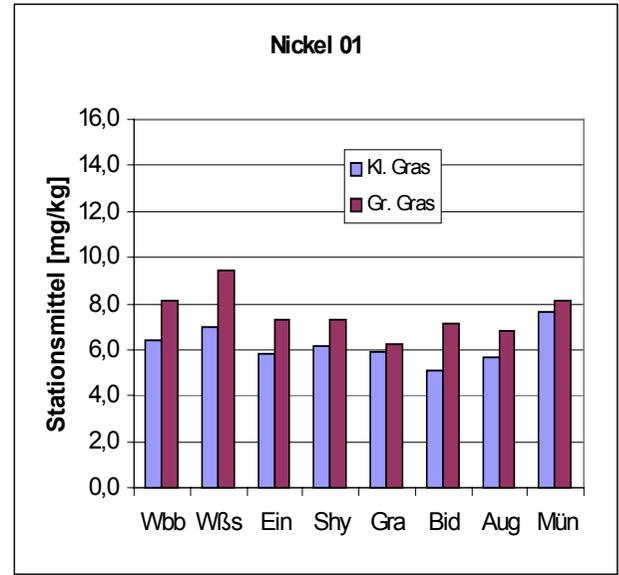
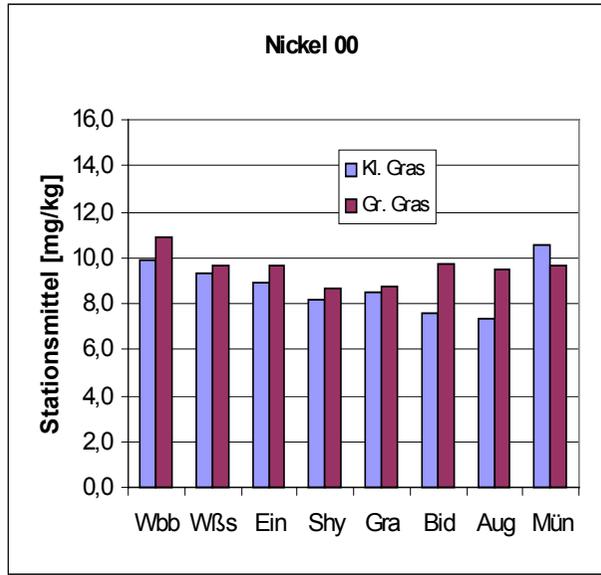
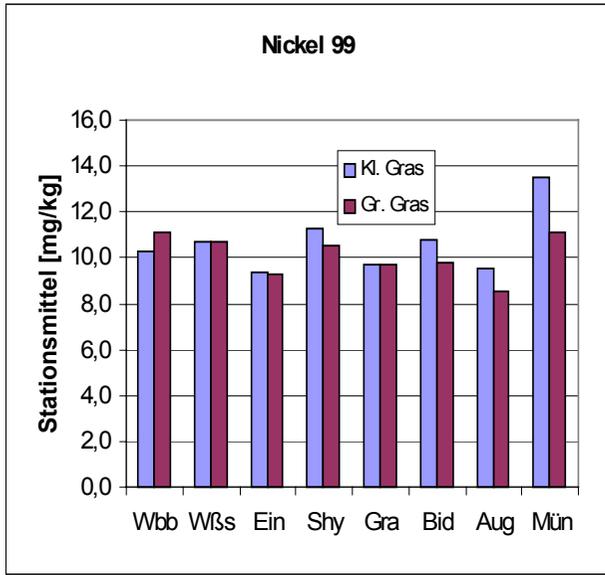


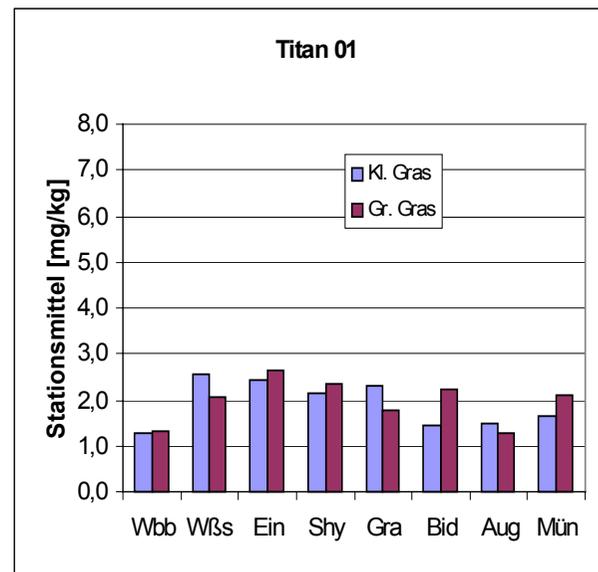
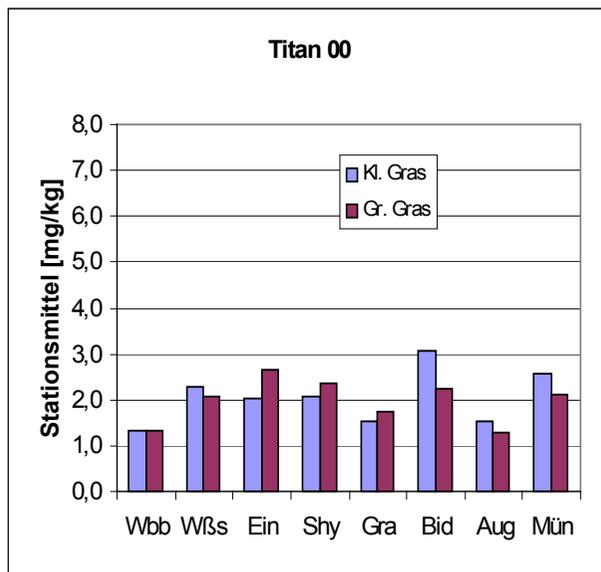
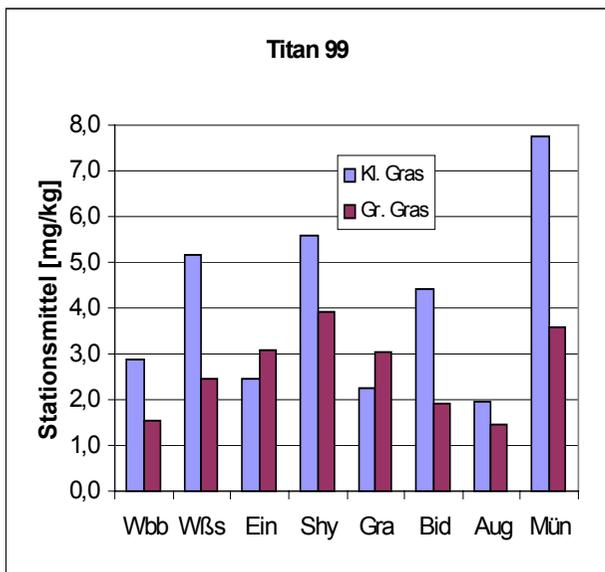
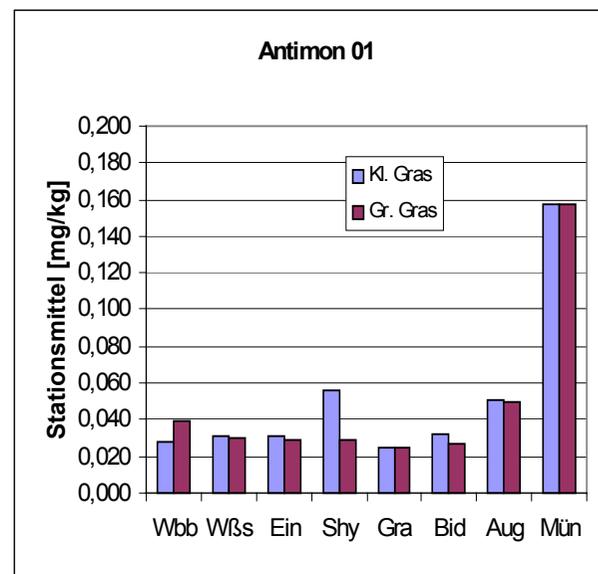
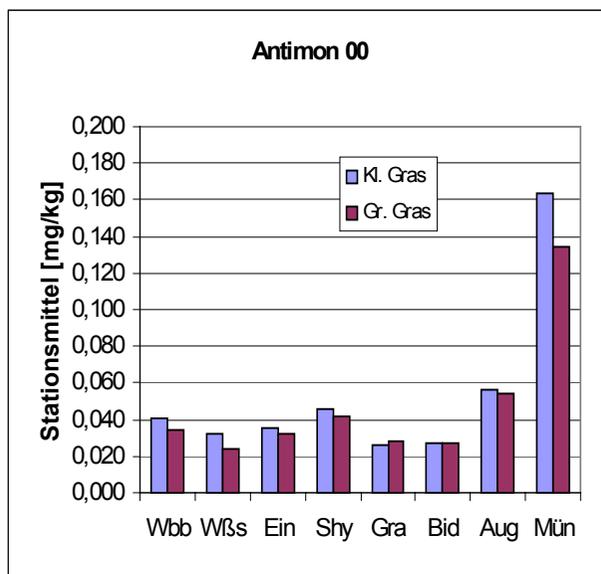
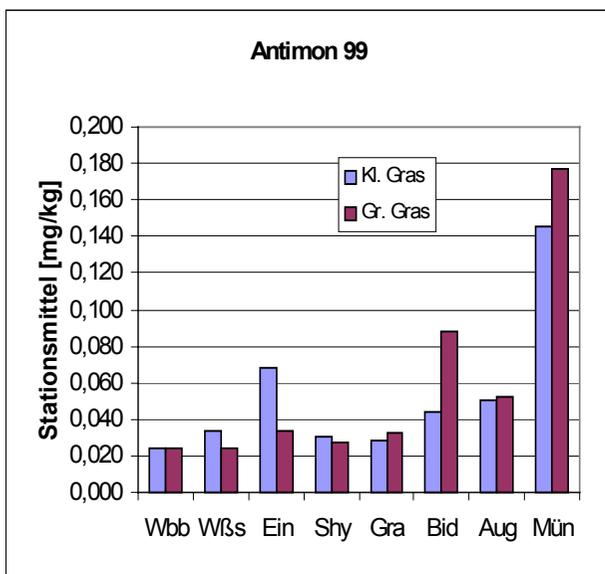


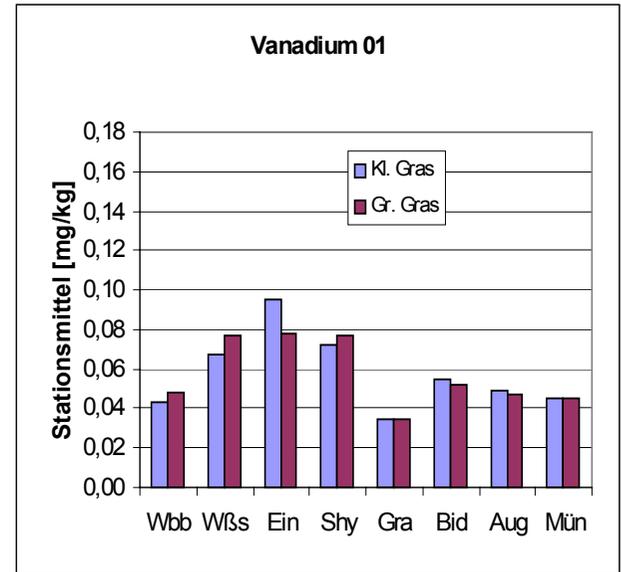
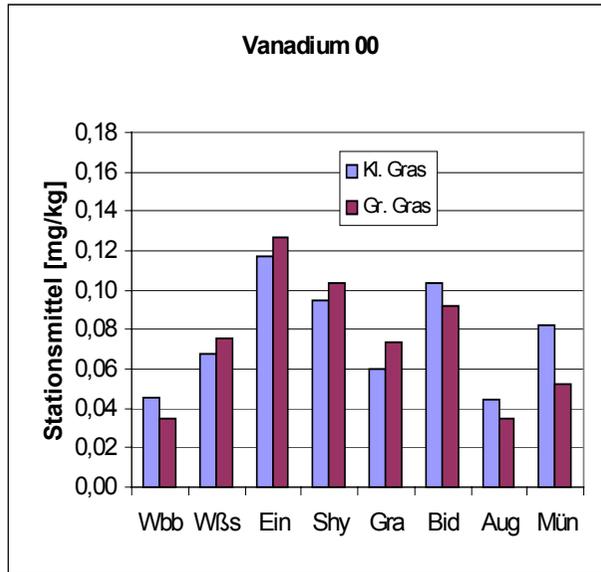
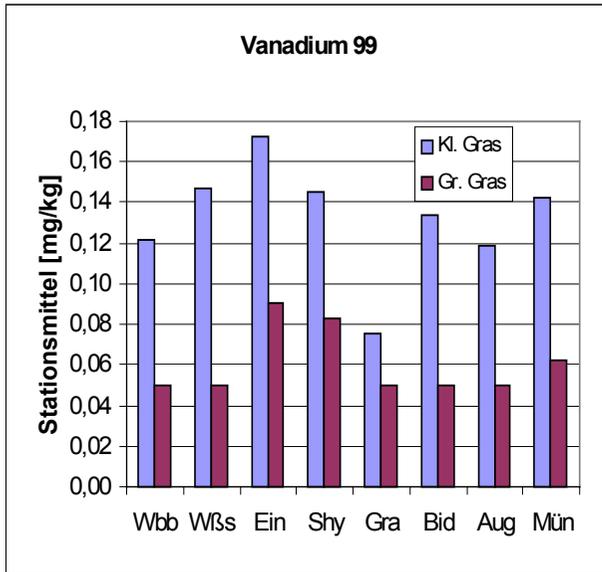
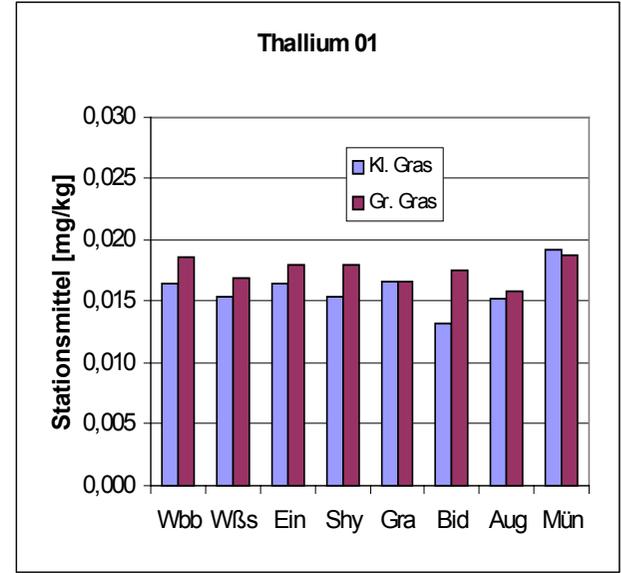
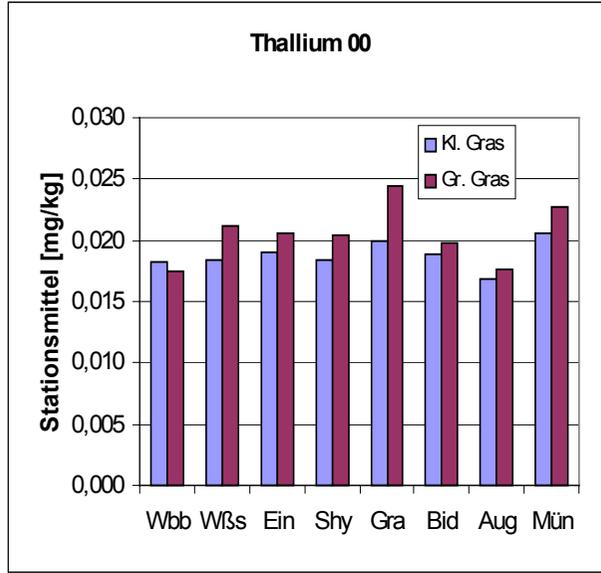


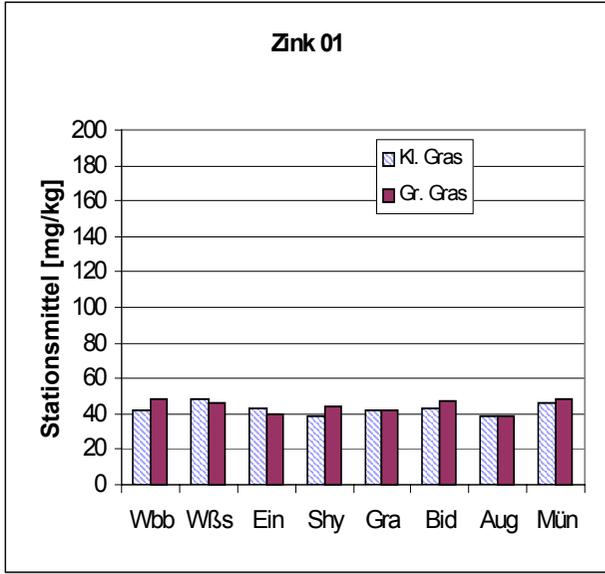
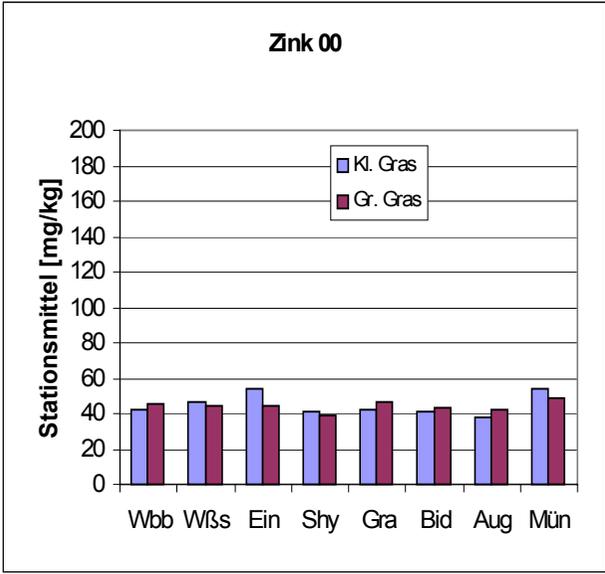
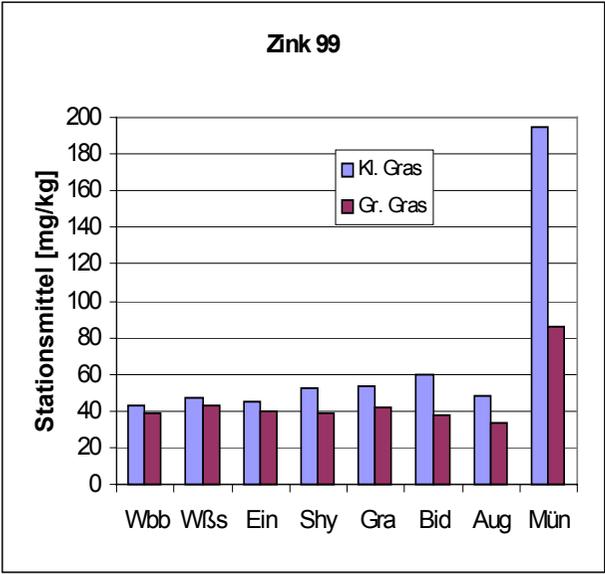


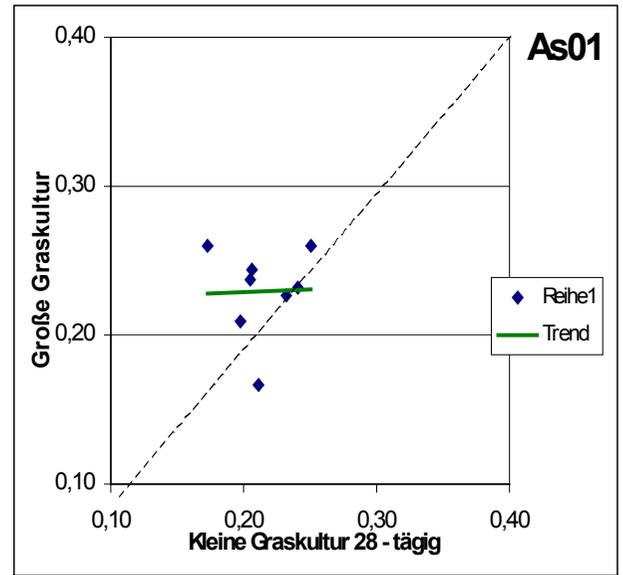
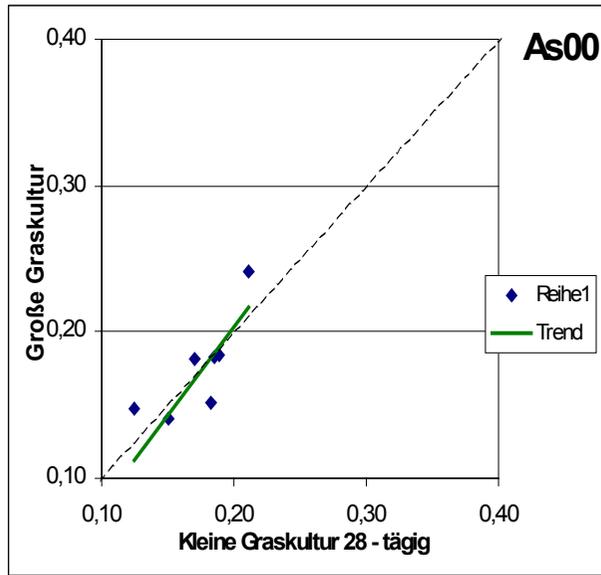
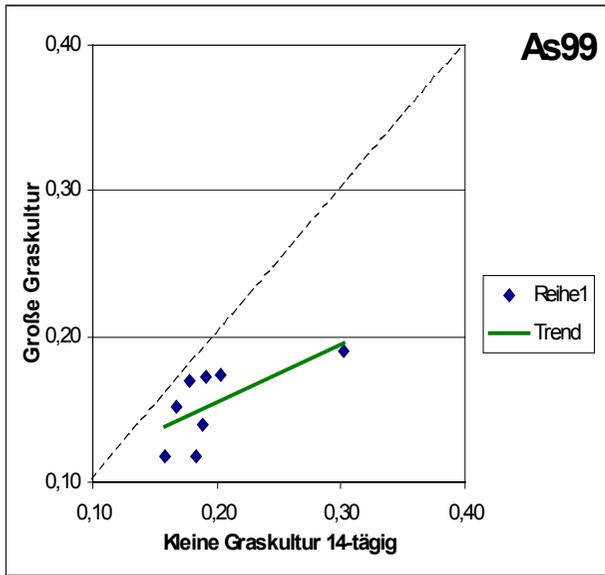
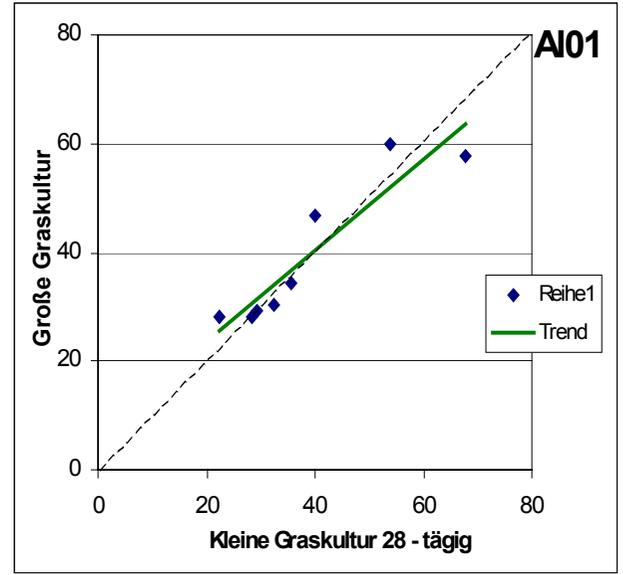
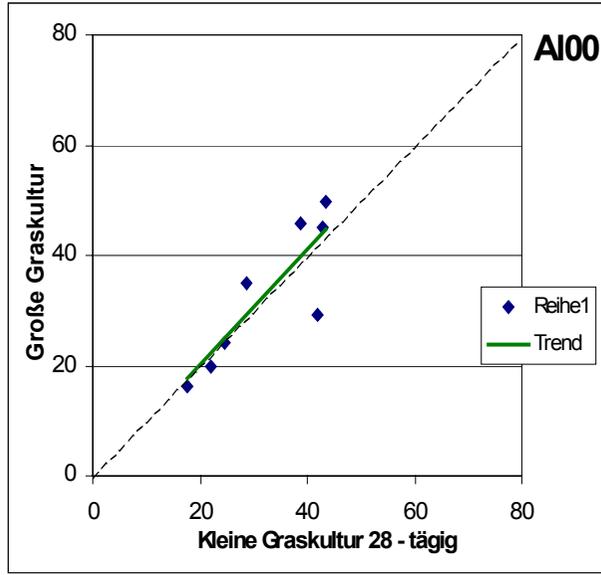
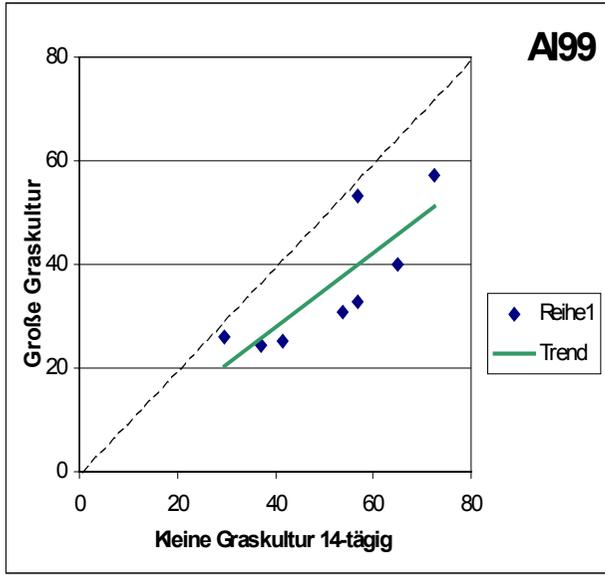


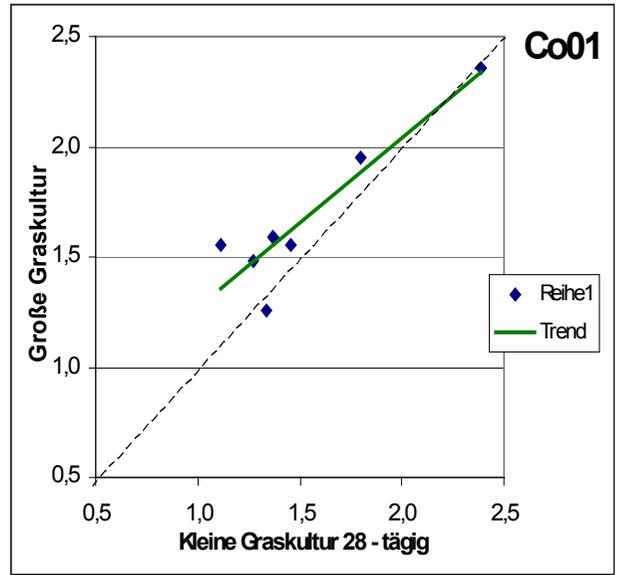
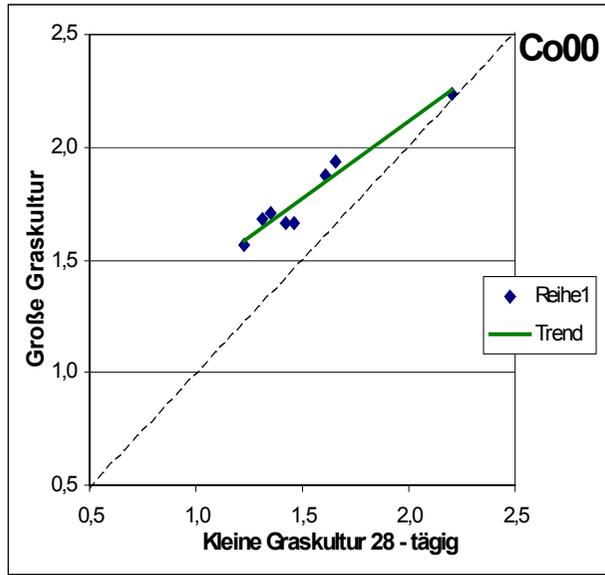
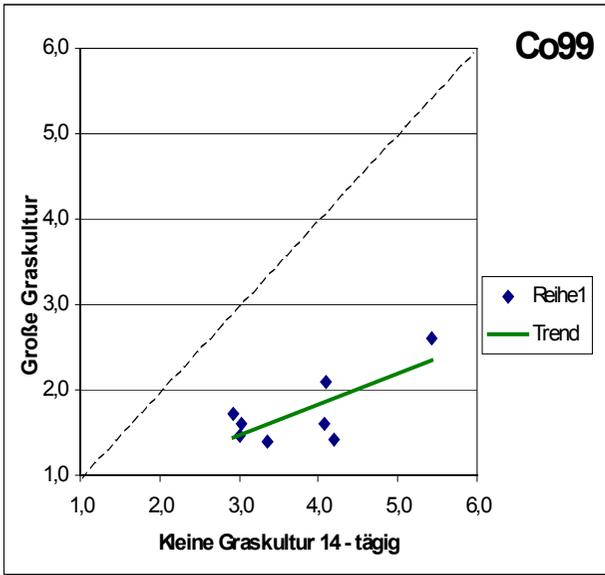
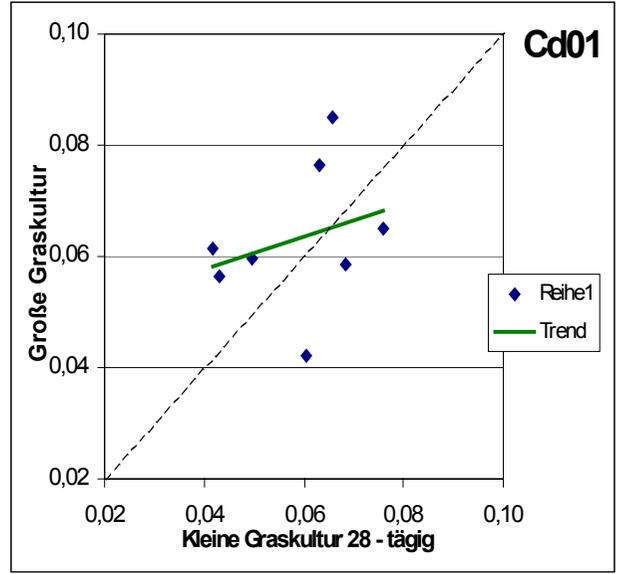
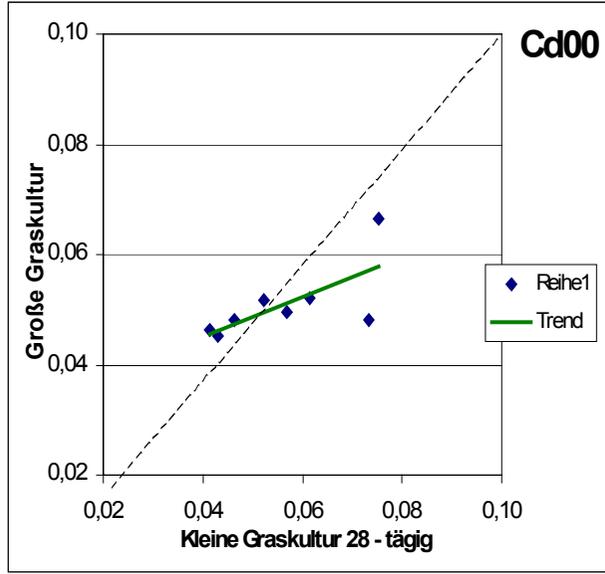
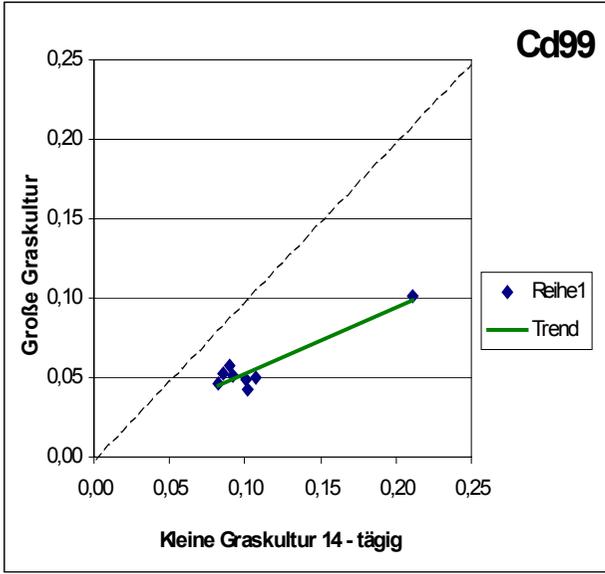


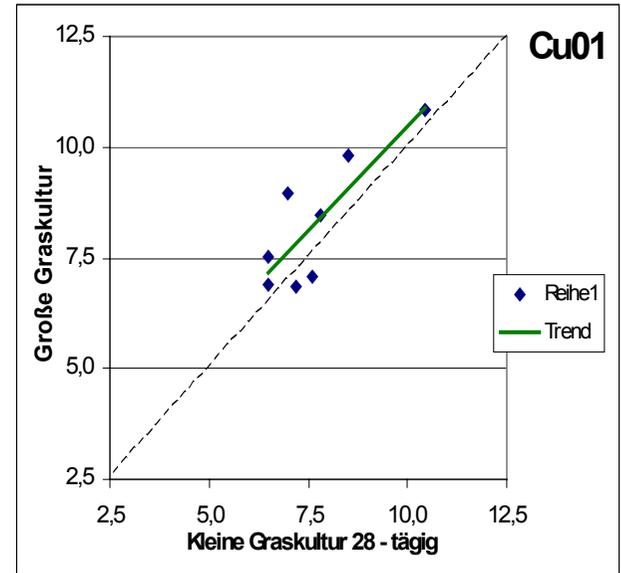
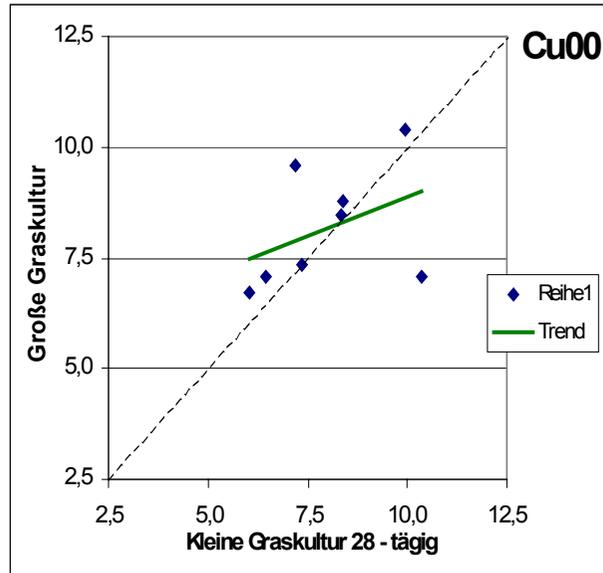
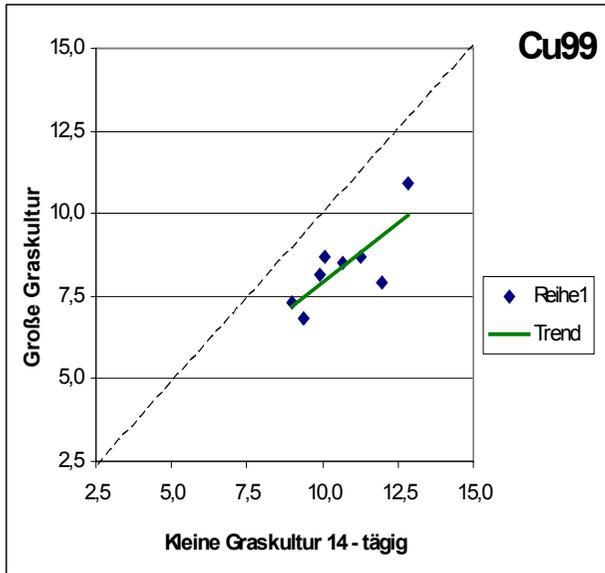
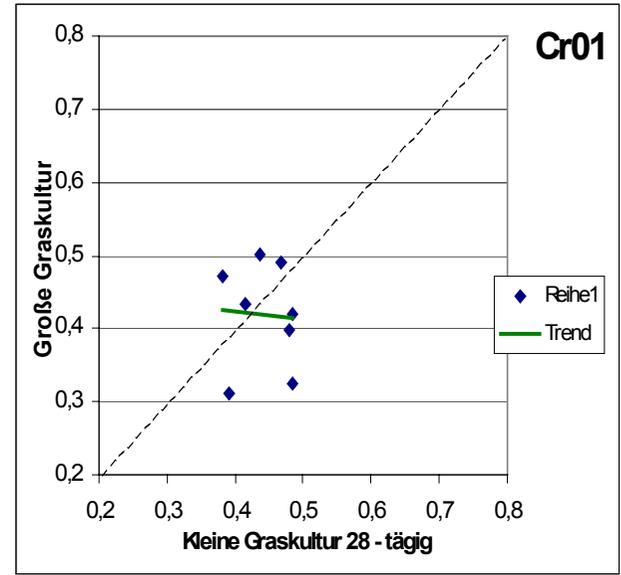
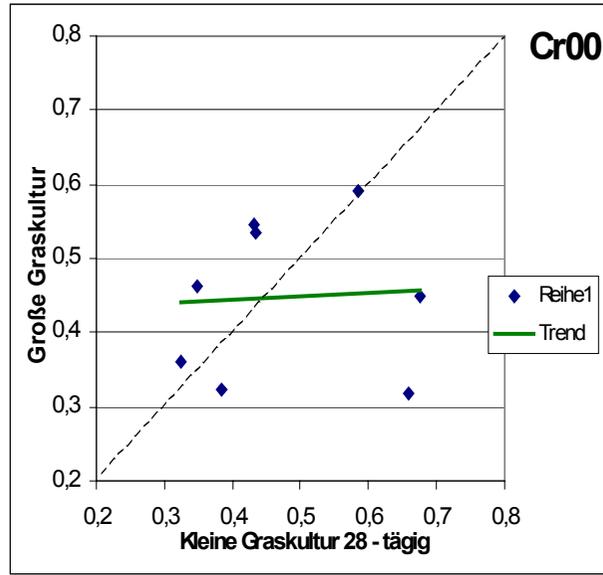
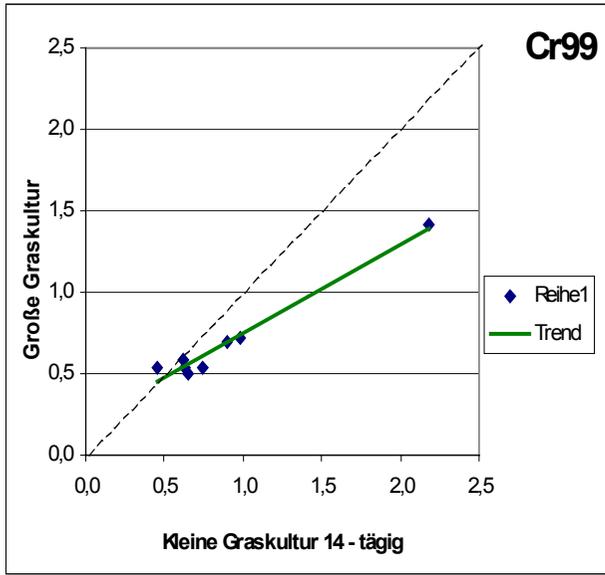


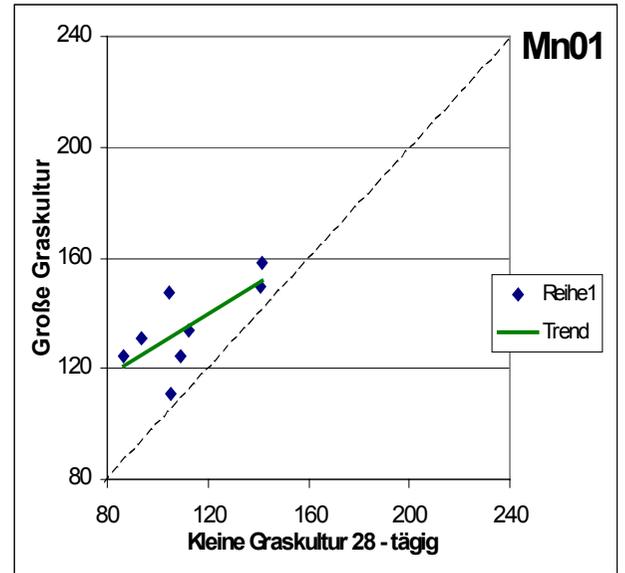
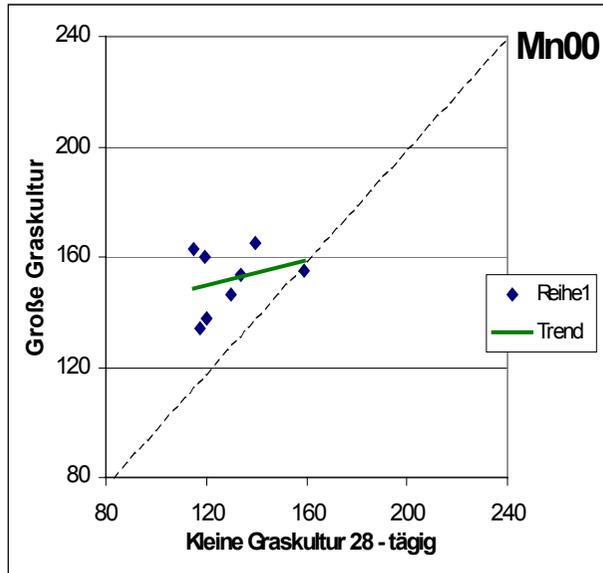
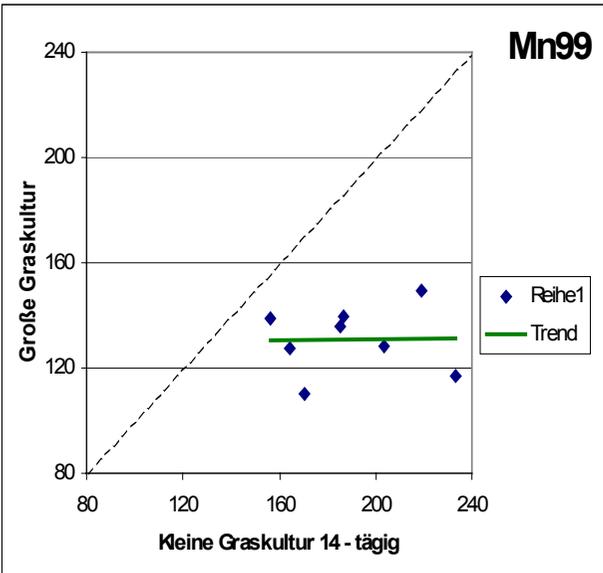
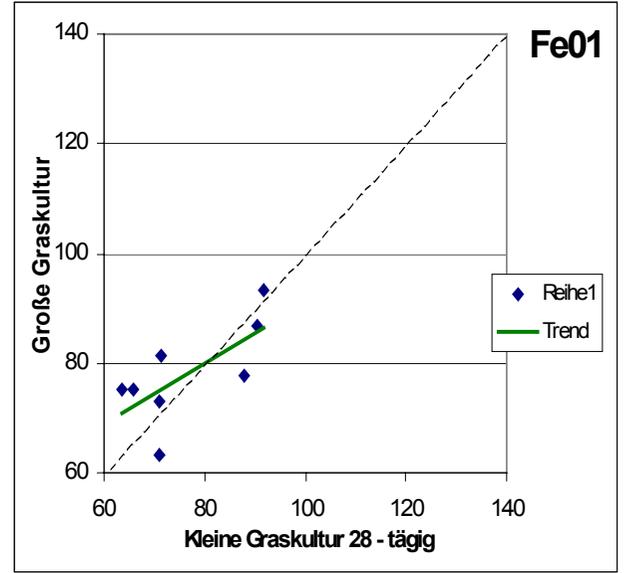
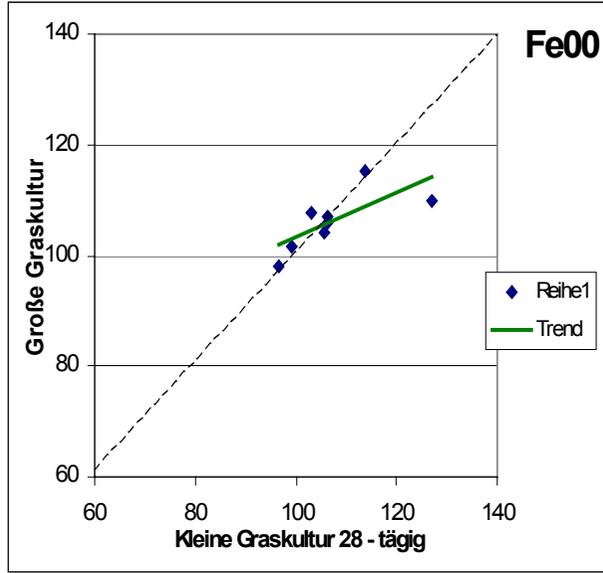
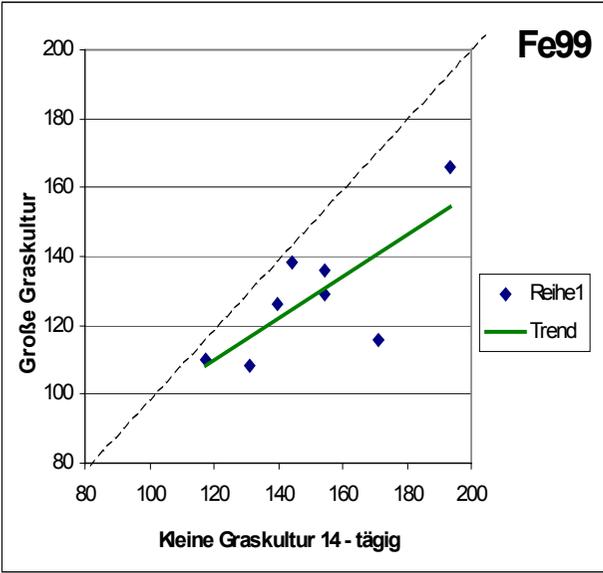


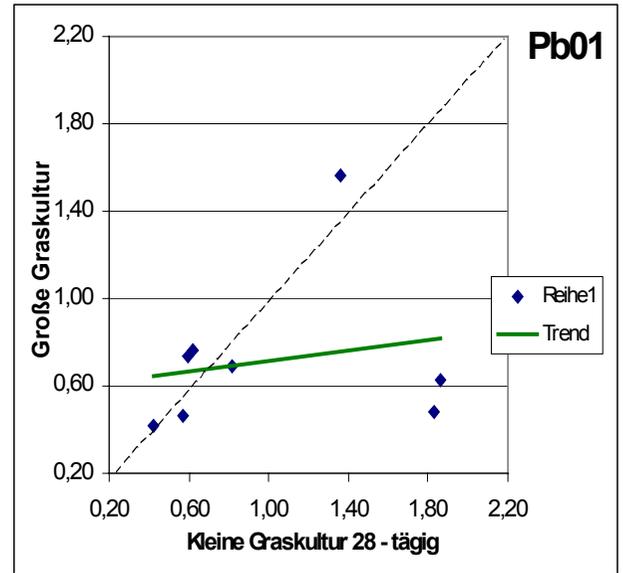
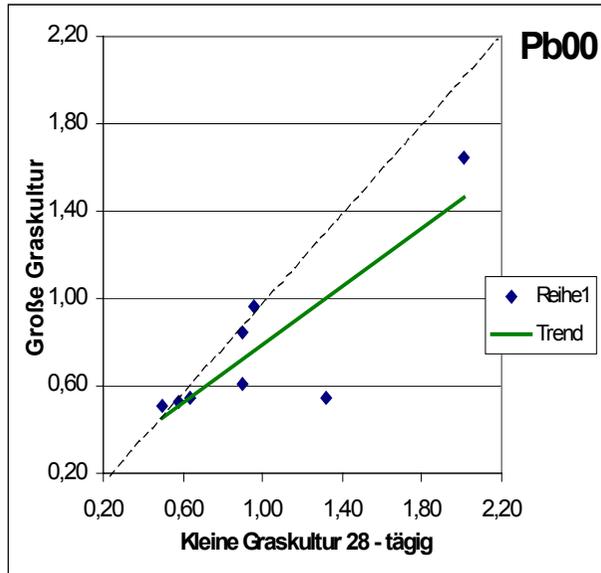
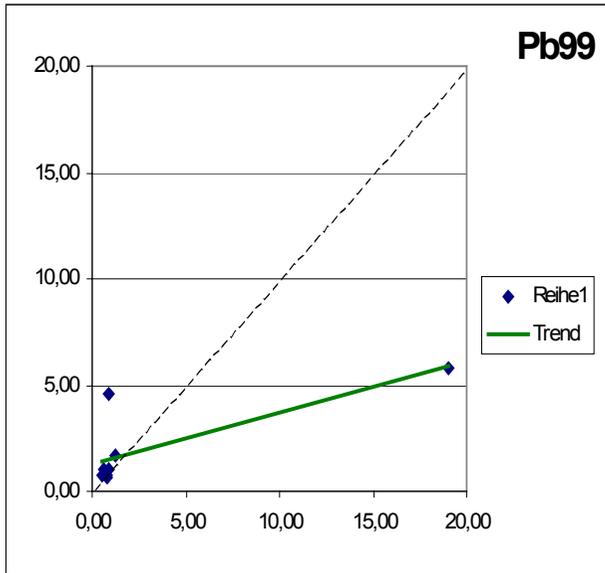
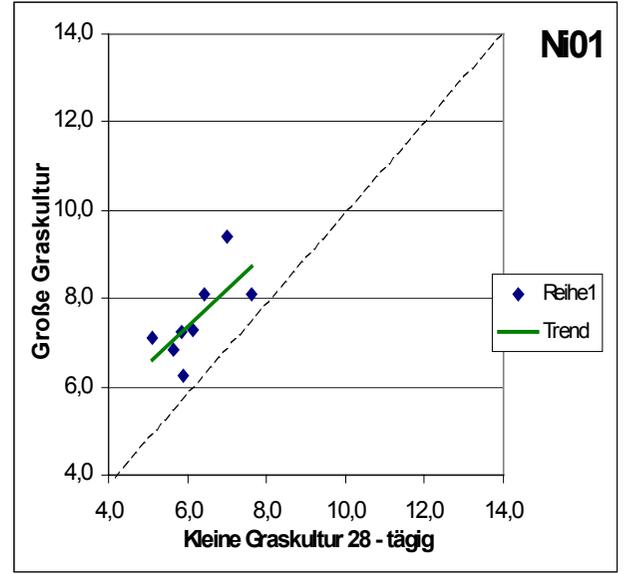
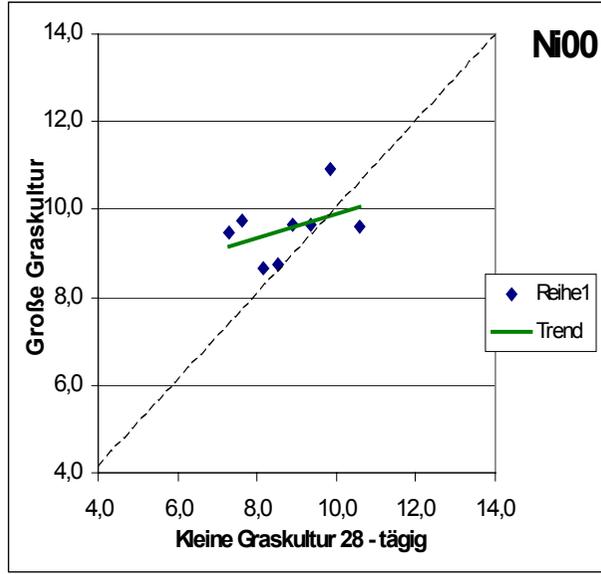
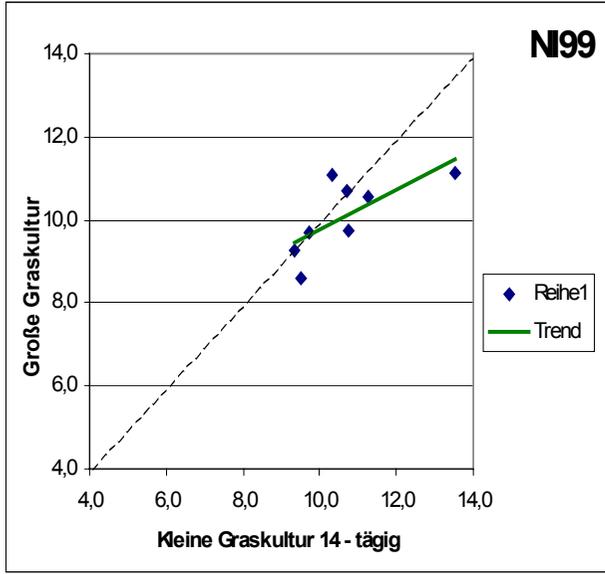


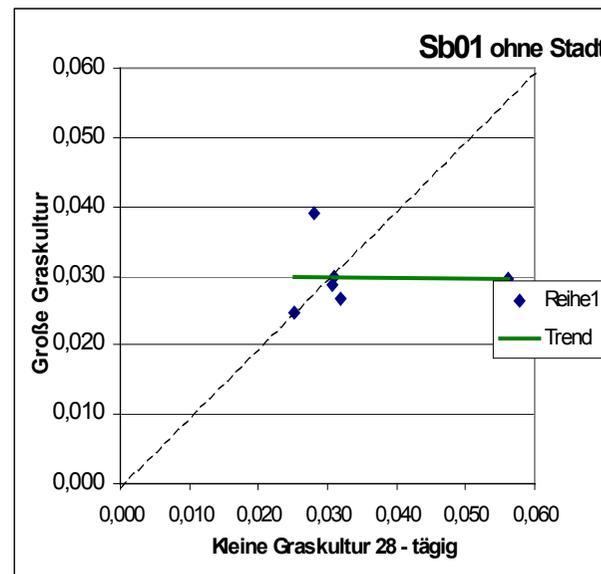
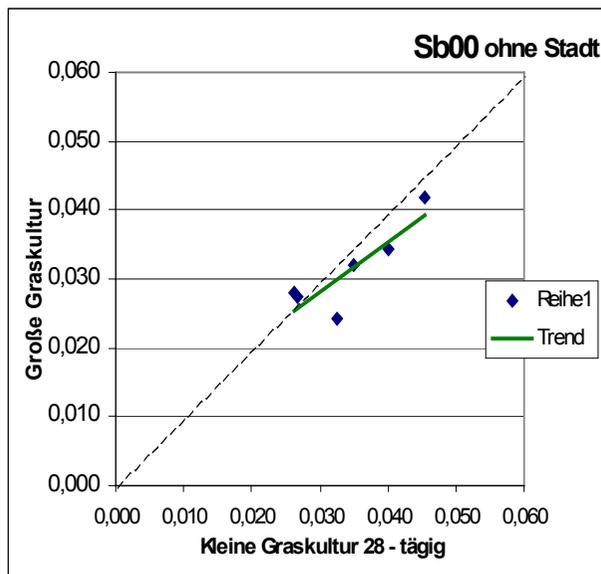
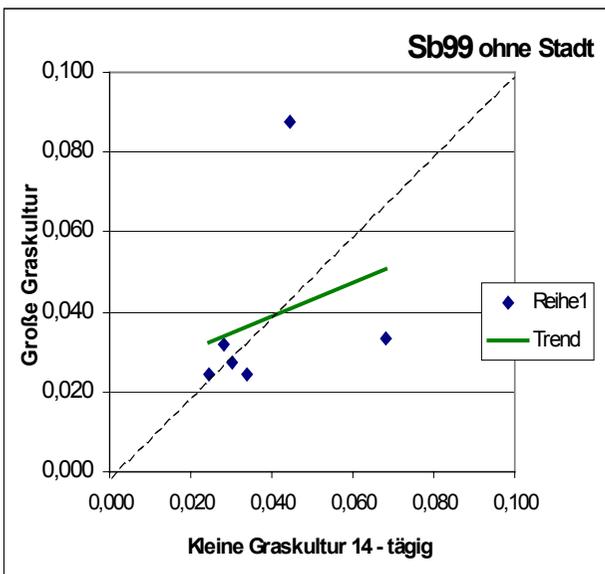
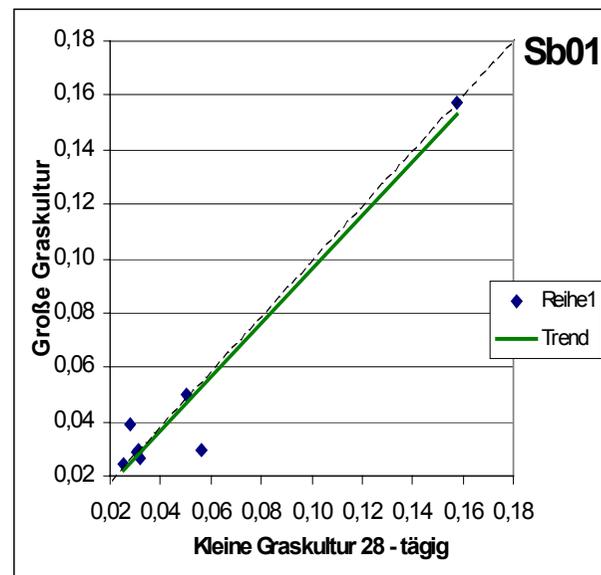
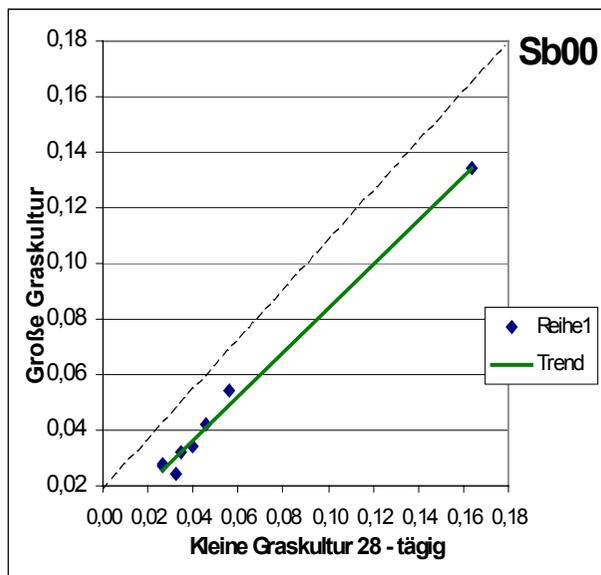
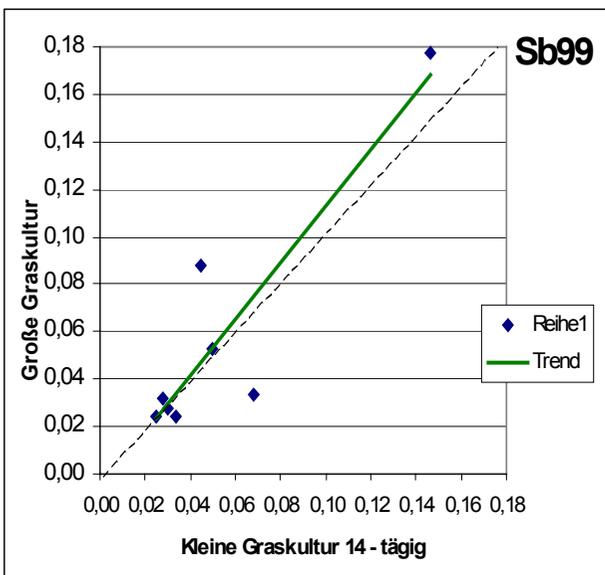


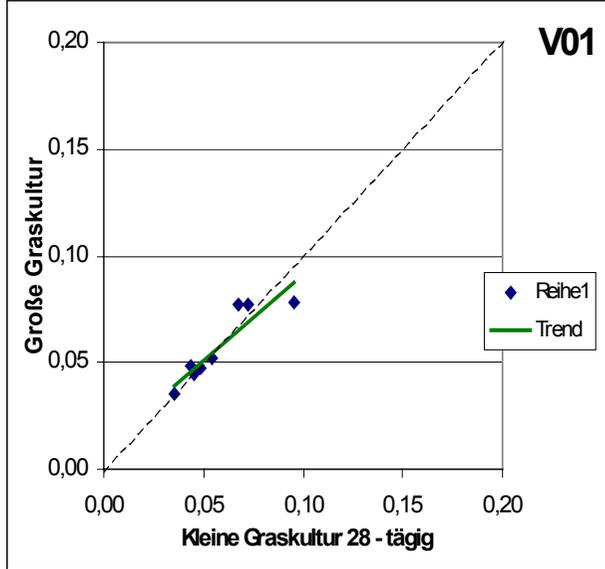
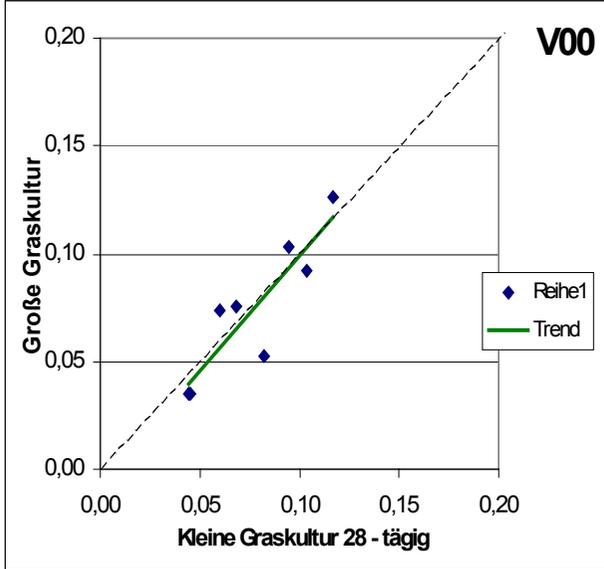
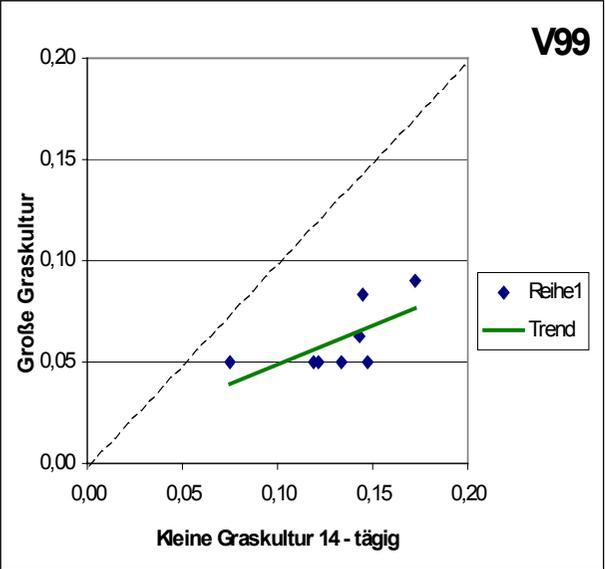
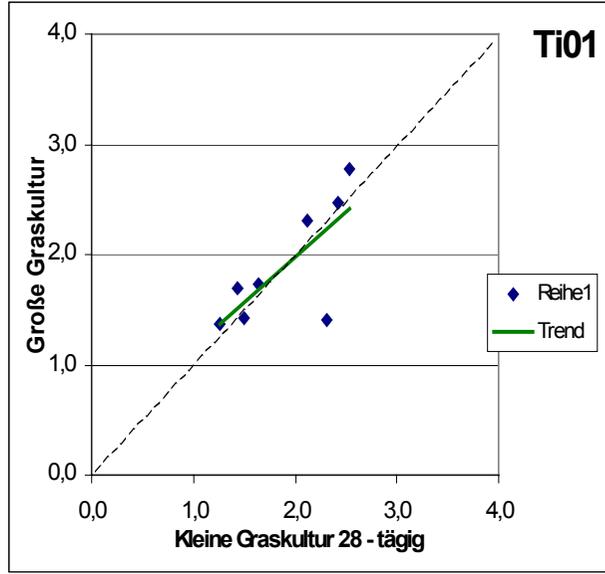
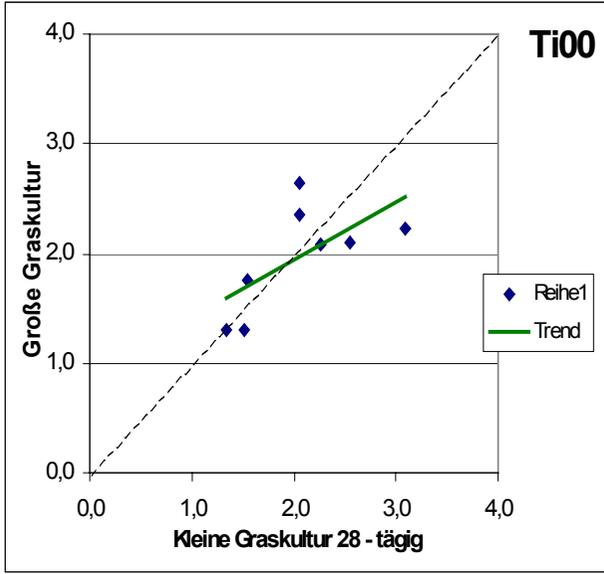
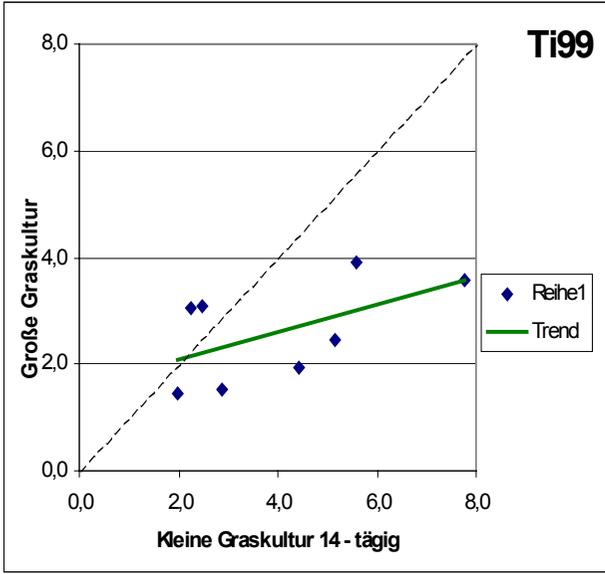


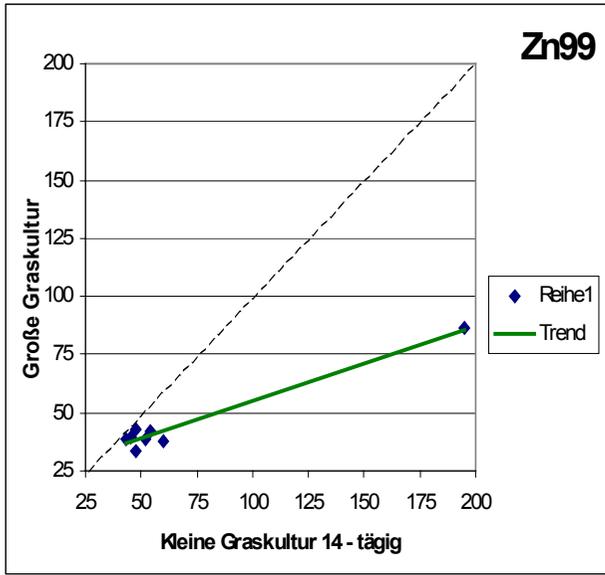




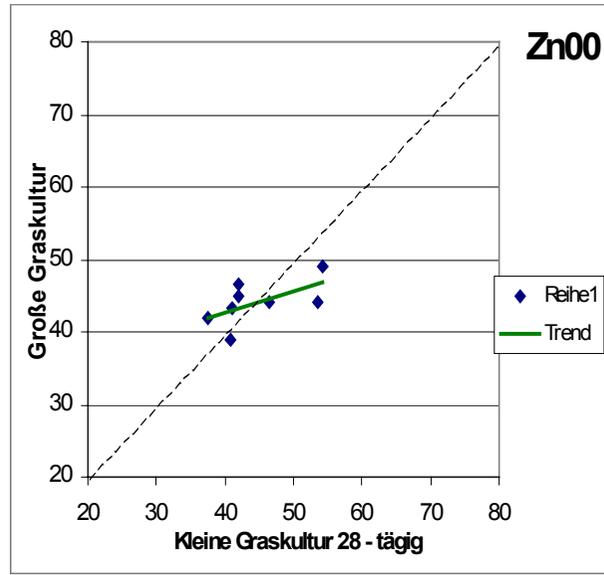




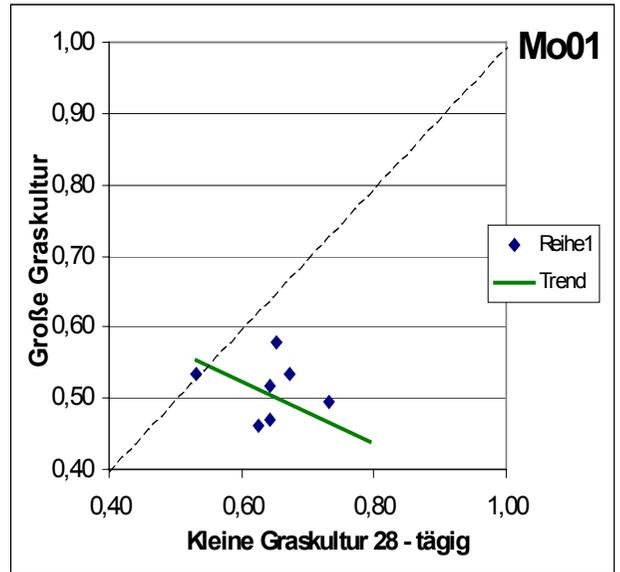
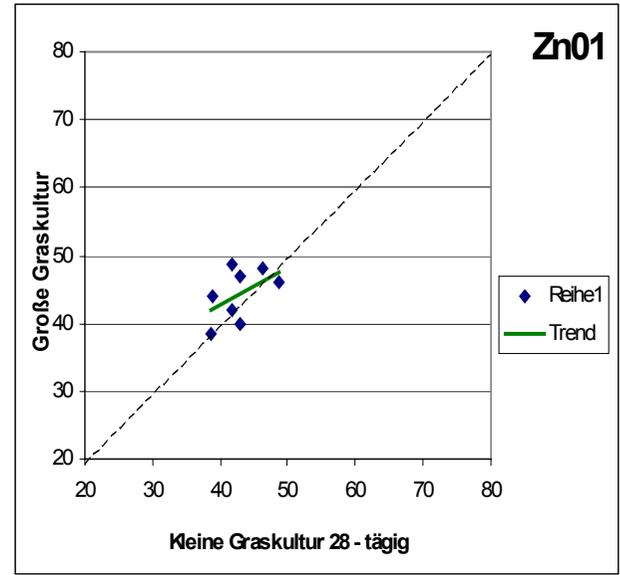




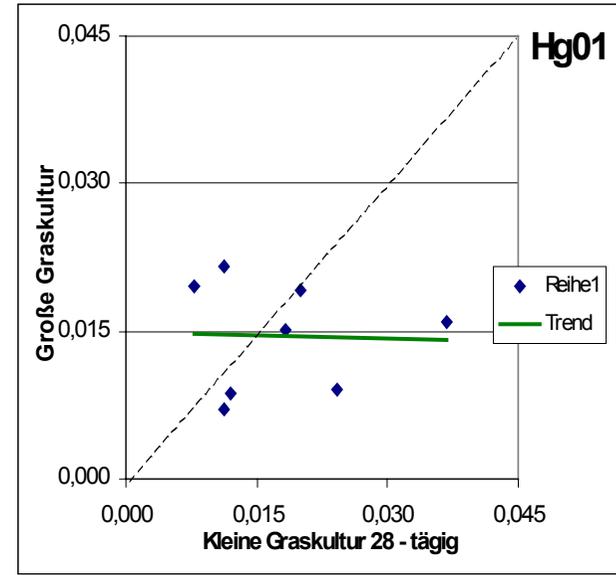
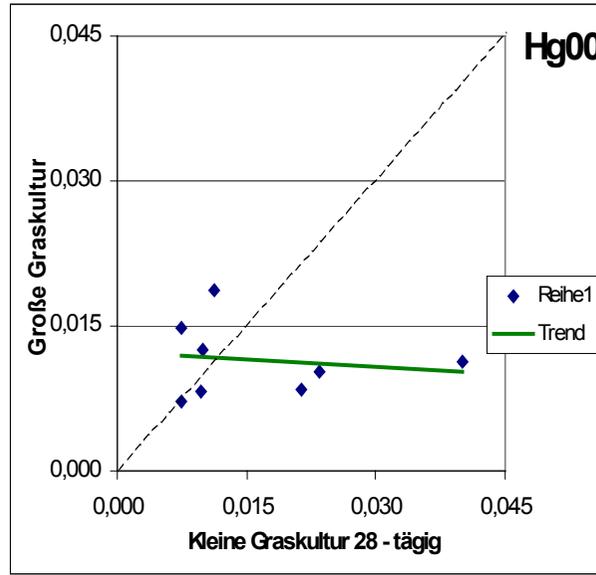
Molybdän wurde 1999 nicht bestimmt



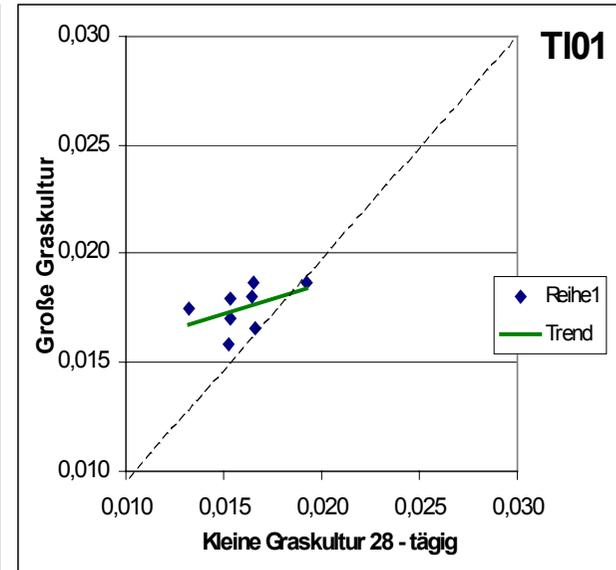
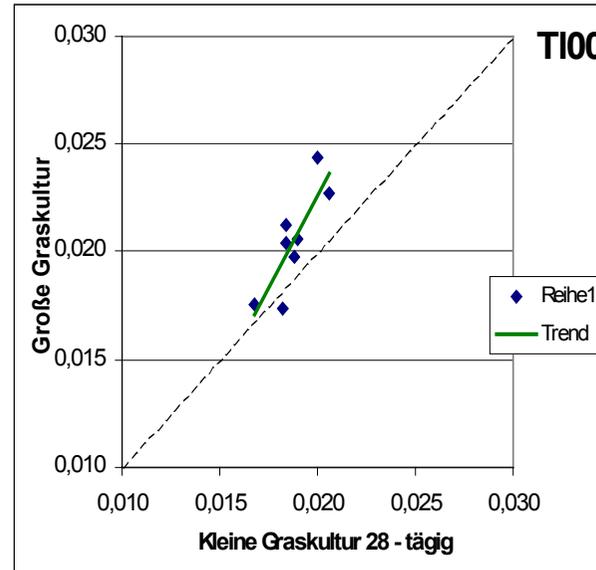
Molybdän wurde 2000 nicht bestimmt



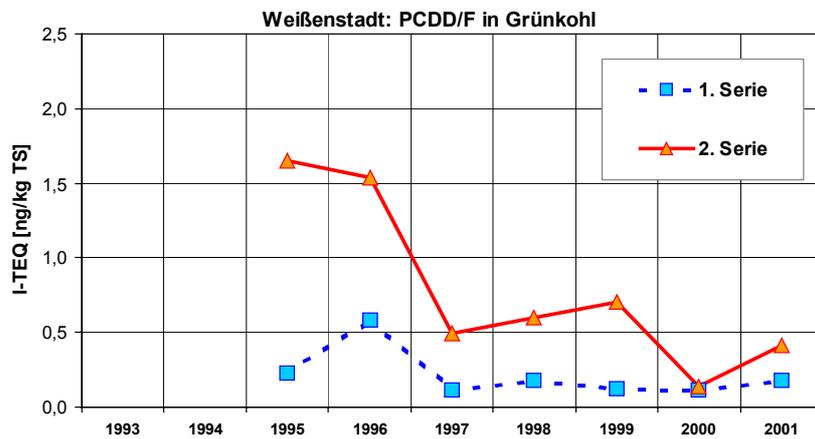
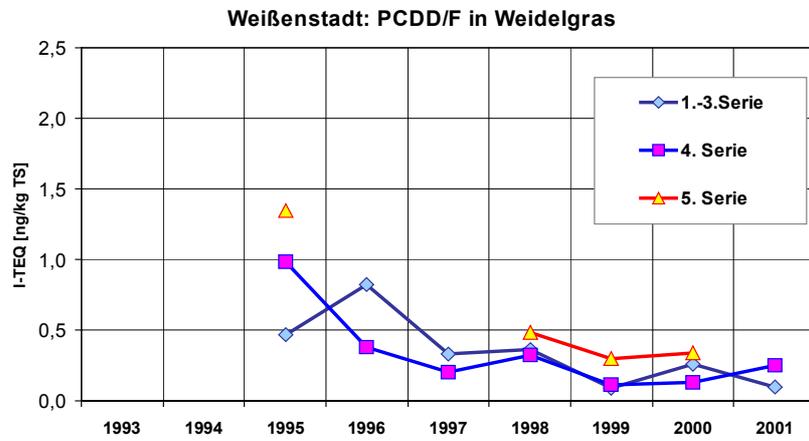
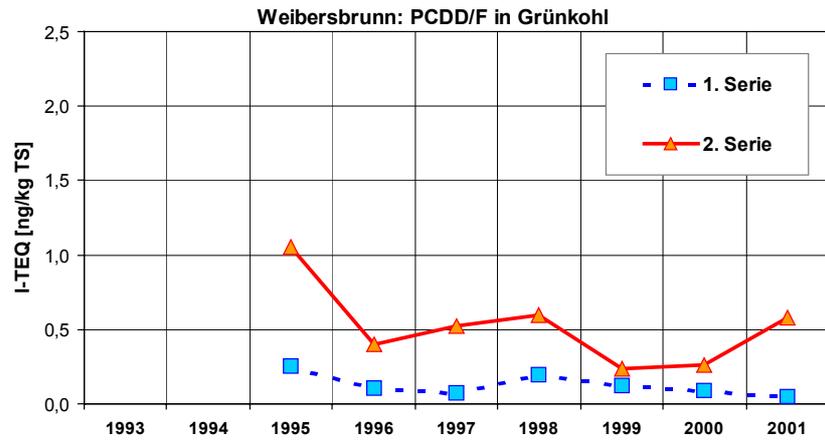
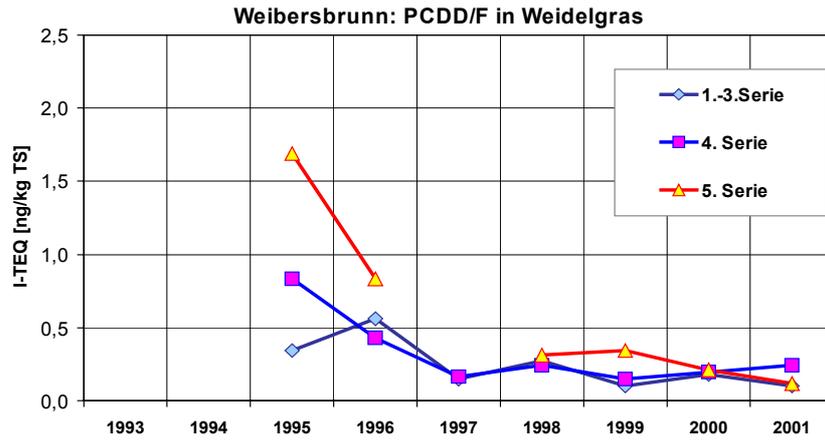
Quecksilber wurde 1999 nicht bestimmt



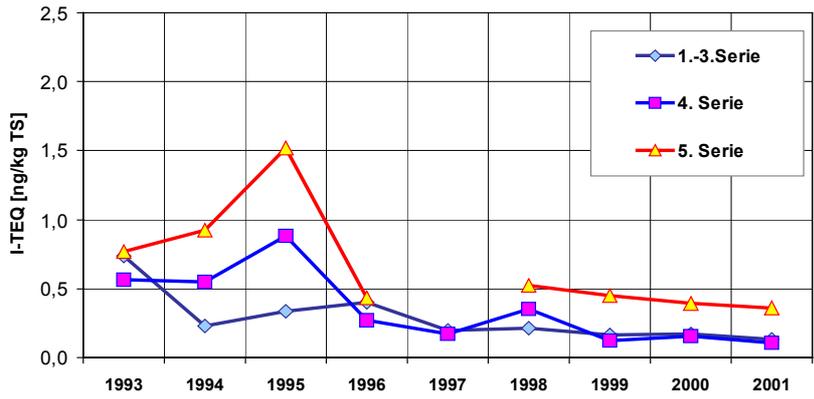
Thallium wurde 1999 nur in den kleinen Weidelgräsern bestimmt



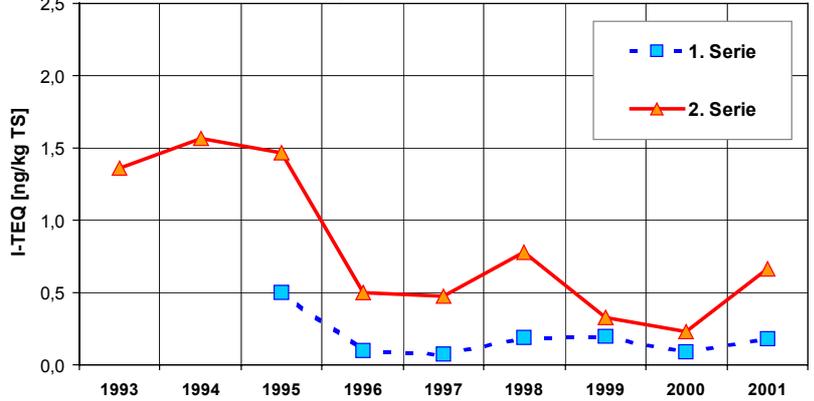
## **Anhang: PCDD/F-Zeitreibendiagramme der einzelnen Standorte**



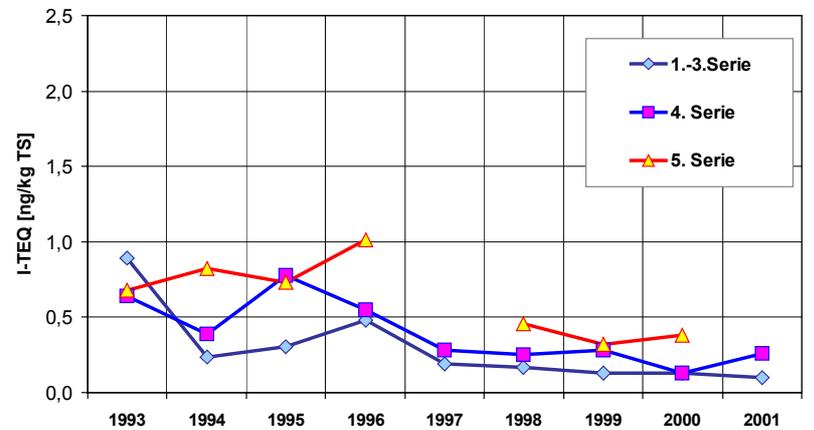
Eining: PCDD/F in Weidelgras



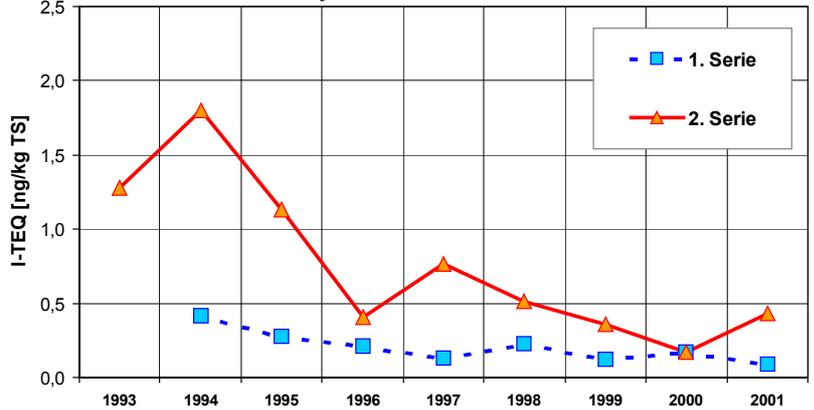
Eining: PCDD/F in Grünkohl



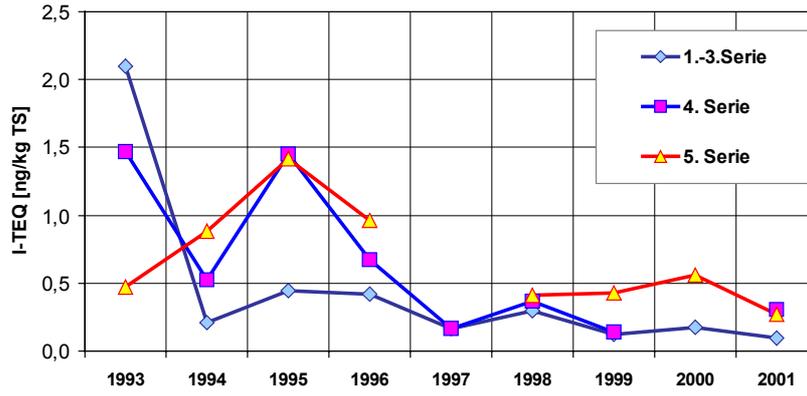
Scheyern: PCDD/F in Weidelgras



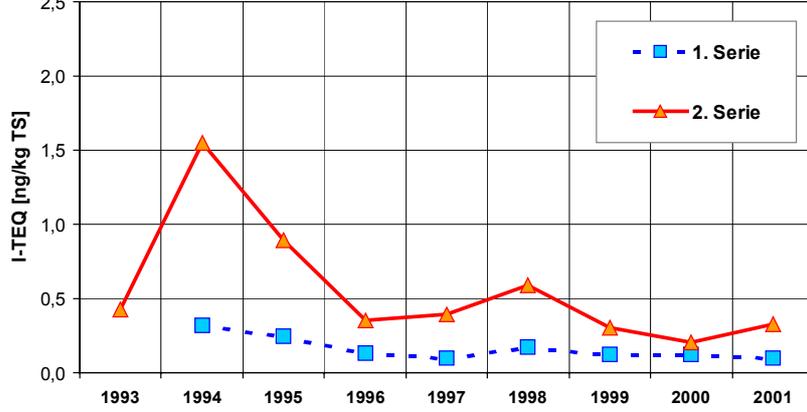
Scheyern: PCDD/F in Grünkohl



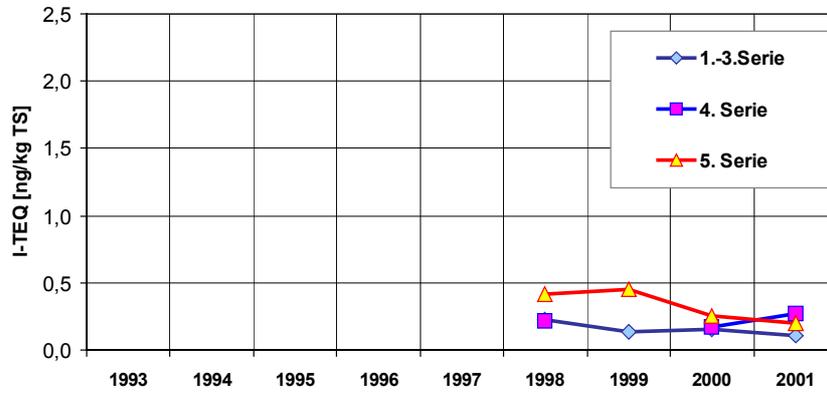
Grassau: PCDD/F in Weidelgras



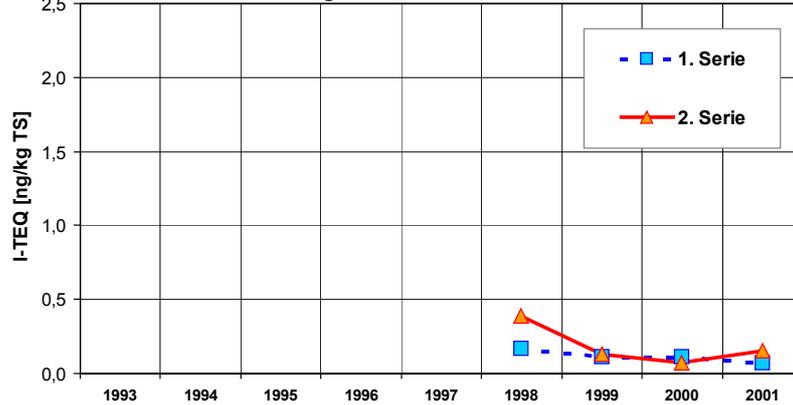
Grassau: PCDD/F in Grünkohl

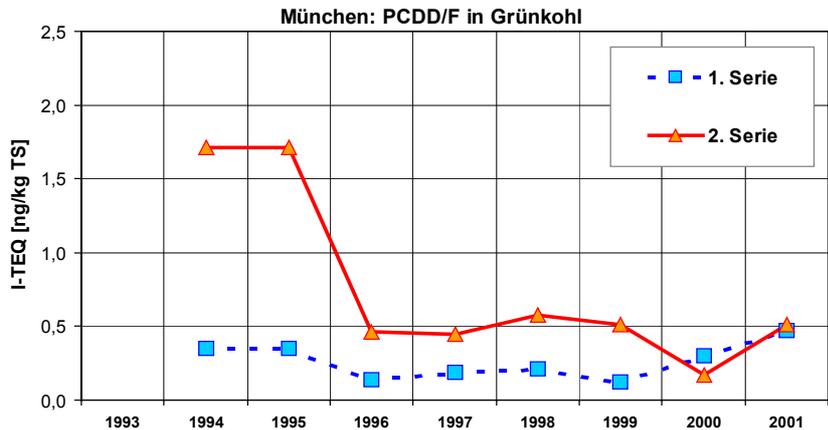
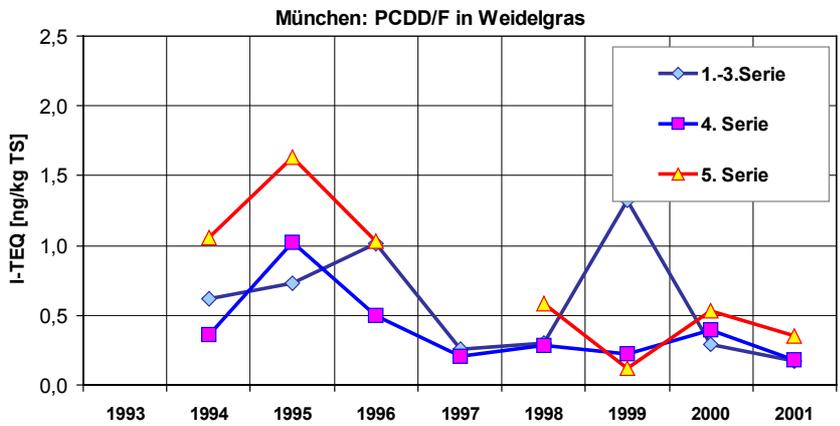
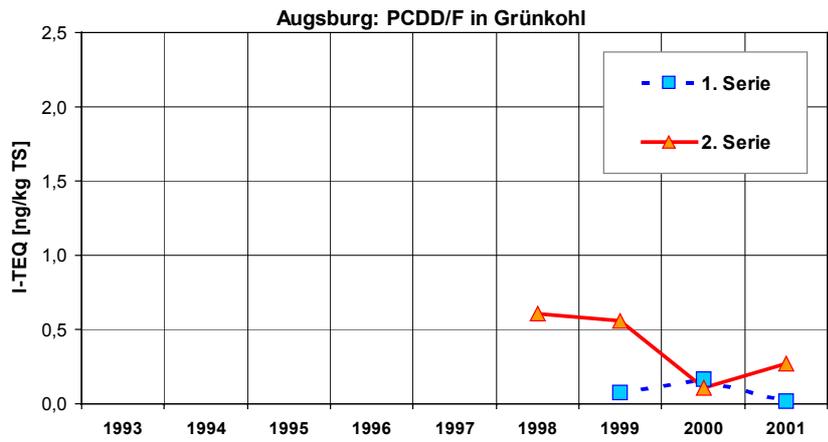
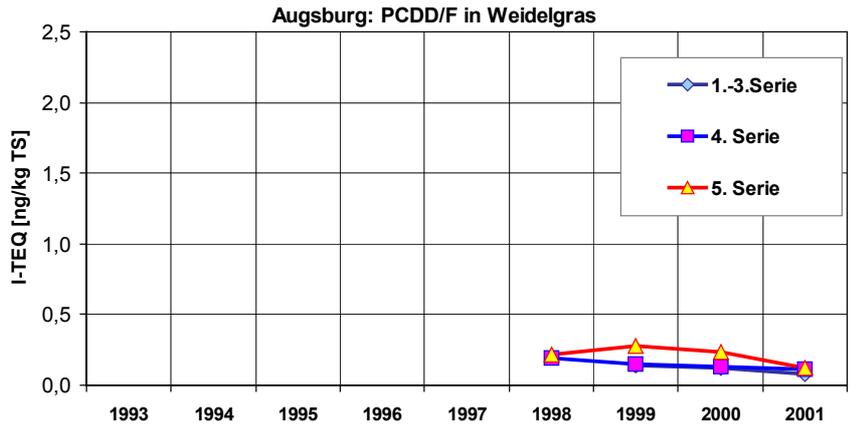


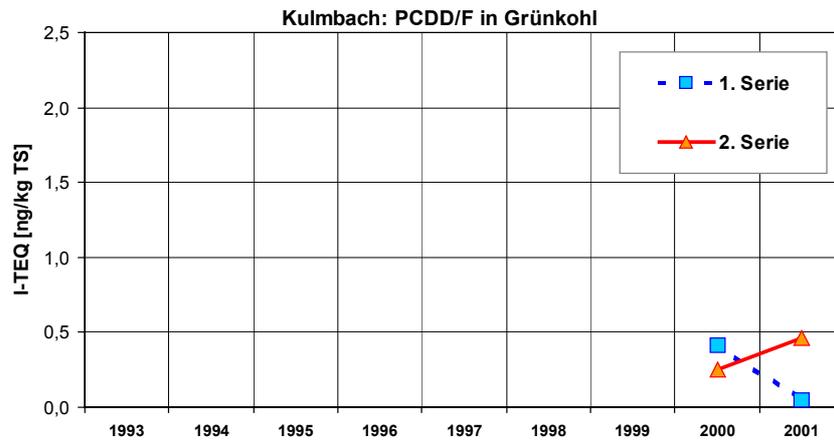
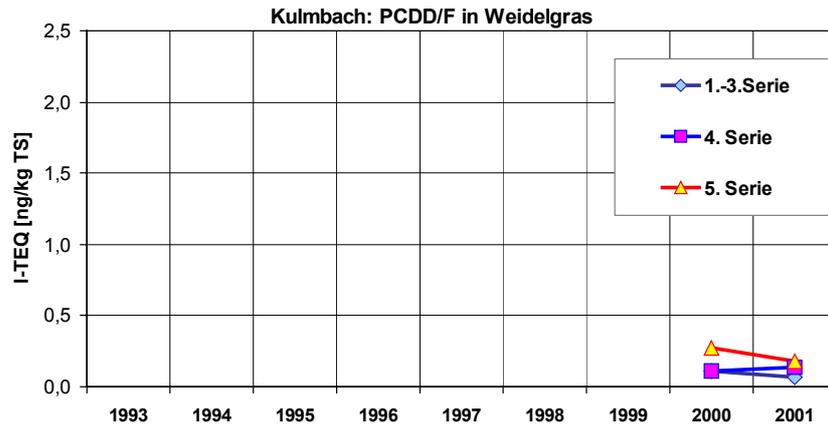
Bidingen: PCDD/F in Weidelgras



Bidingen: PCDD/F in Grünkohl







**Anhang: Metalleintrag in Bergerhoff - Sammlern**

**Aluminium**

Bergerhoff : Aluminium [µg/m²d]														
Serien 1999	27.11.98 - 27.01.99	27.01.99 - 24.02.99	24.02.99 - 24.03.99	24.03.99 - 21.04.99	21.04.99 - 19.05.99	19.05.99 - 16.06.99	16.06.99 - 14.07.99	14.07.99 - 11.08.99	11.08.99 - 08.09.99	08.09.99 - 06.10.99	06.10.99 - 03.11.99	03.11.99 - 01.12.99	01.12.99 - 29.12.99	Standort-mittelwert
Wbb	227	129	163	<u>211</u>	<u>416</u>	144	136	104	264	96	192	90	63	<b>163</b>
Wßs	222	109	114	135	271	399	293	219	234	212	213	96	54	<b>189</b>
Ein	99	56	135	112	247	324	227	223	263	229	262	72	50	<b>173</b>
Shy	102	64	93	111	164	390	<u>950</u>	193	254	293	335	82	59	<b>234</b>
Gra	85	63	91	107	162	246	191	305	219	150	404	64	51	<b>161</b>
Bid	93	62	78	105	<u>655</u>	295	154	147	448	142	574	37	35	<b>214</b>
Aug	300	108	198	148	187	490	221	186	184	171	790	103	<u>111,5</u>	<b>234</b>
Mün	<u>617</u>	<u>247</u>	<u>500</u>	<u>323</u>	238	410	270	<u>474</u>	377	357	704	<u>245</u>	<u>192,5</u>	<b>357</b>
Serien-MW	<b>161</b>	<b>84</b>	<b>124</b>	<b>120</b>	<b>212</b>	<b>337</b>	<b>213</b>	<b>197</b>	<b>280</b>	<b>206</b>	<b>434</b>	<b>78</b>	<b>52</b>	

nach Transformation														
STABW/Ser.	87	30	44	18	46	109	57	63	88	86	229	22	9	
SW/Serie	421	174	256	172	351	664	385	387	544	464	1121	145	80	

Berechnung eines Schwellenwertes zur Betrachtung von Standortmittelwerten

STABW aller transformierten Werte	86
Mittelwert aller Serienmittelwerte	192
SW	264
SW' (ohne Augsburg und München)	238

Bergerhoff : Aluminium [µg/m²d]														
Serien 1998	26.11.97- 23.01.98	23.01.- 20.02.98	20.02.- 20.03.98	20.03.- 17.04.98	17.04.- 15.05.98	15.05.- 12.06.98	12.06.- 10.07.98	10.07.- 07.08.98	07.08.- 04.09.98	04.09.- 02.10.98	02.10.- 30.10.98	30.10.- 27.11.98	27.11.- 23.12.98	Standort-mittelwert
Wbb		68	1211	259	255	240	295	219	363	144	141	164	114	<b>289</b>
Wßs	143	207	906	198	277	390	227	277	568	203	181	134	111	<b>294</b>
Ein	63	81	161	151	164	253	291	360	256	264	129	110	49	<b>179</b>
Shy	63	130	230	118	143	363	1062	258	278	347	99	86	51	<b>248</b>
Gra	102	157	454	143	177	537	1103	429	196	205	149	142	43	<b>295</b>
Bid					368	475	569	334	144	343	63	107	46	<b>272</b>
Aug								<u>1357</u>	684	453	124	145	150	<b>486</b>
Mün	239	329	569	436	349	580	710	465	656	210	<u>314</u>	200	<u>308,5</u>	<b>413</b>
Serien-MW	<b>122</b>	<b>162</b>	<b>589</b>	<b>218</b>	<b>248</b>	<b>405</b>	<b>608</b>	<b>335</b>	<b>393</b>	<b>271</b>	<b>127</b>	<b>136</b>	<b>81</b>	

nach Transformation														
STABW/Ser.	73	96	404	118	90	132	367	90	213	102	37	36	43	
SW/Serie	341	451	1802	572	518	803	1708	606	1033	577	239	244	211	

Berechnung eines Schwellenwertes zur Betrachtung von Standortmittelwerten

STABW aller transformierten Werte	165
Mittelwert aller Serienmittelwerte	284
SW	421
SW' (ohne Augsburg und München)	396

Bergerhoff : Aluminium [µg/m²d]														
Serien 1997	27.11.96- 22.01.97	22.01.- 19.02.97	19.02.- 19.03.97	19.03.- 16.04.97	16.04.- 14.05.97	14.05.- 11.06.97	11.06.- 09.07.97	09.07.- 06.08.97	06.08.- 03.09.97	03.09.- 01.10.97	01.10.- 29.10.97	29.10.- 26.11.97	26.11.- 24.12.97	Standort-mittelwert
Wbb	157	684	234	299	112	154	148	106	126	135	201	105		<b>199</b>
Wßs	304	233	256	218	206	279	195	141	174	185	155	136	143	<b>190</b>
Ein	99	95	415	171	164	166	187	141	202	212	88	72	63	<b>156</b>
Shy	98	104	382	143	194	188	221	85	197	129	112	77	63	<b>150</b>
Gra	114	94	620	521	236	165	202		77	108	181	70	102	<b>203</b>
Mün	224	425	967	472	353	269	293	273	<u>1576</u>	439	197	<u>850</u>	239	<b>497</b>
Serien-MW	<b>83</b>	<b>273</b>	<b>479</b>	<b>304</b>	<b>211</b>	<b>204</b>	<b>208</b>	<b>149</b>	<b>155</b>	<b>201</b>	<b>156</b>	<b>92</b>	<b>122</b>	

nach Transformation														
STABW/Ser.	41	239	276	159	81	56	48	73	53	123	47	28	73	
SW/Serie	207	990	1307	781	455	371	352	369	314	569	296	177	341	

Berechnung eines Schwellenwertes zur Betrachtung von Standortmittelwerten

STABW aller transformierten Werte	117
Mittelwert aller Serienmittelwerte	203
SW	300
SW' (ohne Augsburg und München)	252

fett = berechnete Werte

fett + kursiv = neu berechneter Serien-MW

klein = Werte halber Nachweisgrenze

grau unterlegt = nach Transformationschritten berechnete Werte

unterstrichen = zur Berechnung des Serien-MW und des SW ungeeigneter Wert

Bergerhoff : Aluminium [ $\mu\text{g}/\text{m}^2\text{d}$ ]														
Serien 1996	30.11.95- 24.01.96	24.01.- 21.02.96	21.02.- 20.03.96	20.03.- 17.04.96	17.04.- 15.05.96	15.05.- 12.06.96	12.06.- 10.07.96	10.07.- 07.08.96	07.08.- 04.09.96	04.09.- 02.10.96	02.10.- 30.10.96	30.10.- 27.11.96	27.11.- 25.12.96	Standort- mittelwert
Wbb	136		86	239	181	194	161	399	109	140	135	119	79	165
Wßs	106	493	211	237	465	219	249	535	211	183	122	162	152	257
Ein		115	88	129	59	81	163	286	230	134	102	67	49	125
Shy		145	171	299	741	188	79	167	207	157	111	83	49	200
Gra	75	96	201	213	418	261	230	530	183	114	126	118	57	202
Mün		255	290	390	558	342	368	474	263	195	231	505	112	332
Serien-MW	106	221	174	251	404	214	208	399	201	154	119	110	83	

## nach Transformation

STABW/Ser.	31	164	79	88	249	87	99	147	52	31	13	37	41	
SW/Serie	197	713	410	514	1150	474	504	839	357	246	158	220	207	

## Berechnung eines Schwellenwertes zur Betrachtung von Standortmittelwerten

STABW aller transformierten Werte	100
Mittelwert aller Serienmittelwerte	203
SW	287
SW' (ohne Augsburg und München)	270

Bergerhoff : Aluminium [ $\mu\text{g}/\text{m}^2\text{d}$ ]														
Serien 1995					20.04.- 18.05.95	18.05.- 15.06.95	15.06.- 13.07.95	13.07.- 10.08.95	10.08.- 07.09.95	07.09.- 05.10.95	05.10.- 02.11.95	02.11.- 30.11.95		Standort- mittelwert
Wbb					319	205	159		363	158	127	72		200
Wßs						371	188	647	377	164	113	208		289
Ein					112	215	213	254	348	205	110	98		194
Shy					318	267	545	466	232	151	79	83		268
Gra					217	168	287	424	83	135	107			203
Mün						263	390	325	140	232	1289	689		475
Serien-MW					242	248	297	423	257	174	107	230		

## nach Transformation

STABW/Ser.					99	71	147	150	125	37	18	262		
SW/Serie					538	461	738	874	633	284	160	1017		

## Berechnung eines Schwellenwertes zur Betrachtung von Standortmittelwerten

STABW aller transformierten Werte	121
Mittelwert aller Serienmittelwerte	247
SW	376
SW' (ohne Augsburg und München)	333

Bergerhoff : Aluminium [ $\mu\text{g}/\text{m}^2\text{d}$ ]														
Serien 1994	28.12.93- 26.01.94	26.01.- 23.02.94	23.02.- 23.03.94	23.03.- 18.04.94	18.04.- 18.05.94	18.05.- 15.06.94	15.06.- 12.07.94	12.07.- 10.08.94	10.08.- 07.09.94	07.09.- 05.10.94	05.10.- 02.11.94	02.11.- 01.12.94	01.12.- 29.12.94	Standort- mittelwert
Ein	128	82	96		351	325	461	597	301	182	116	103	35	231
Shy	142	96	35		285	512	599	557	295	199	78	90	35	244
Gra	178	35	194		568	379		272	415	154	35	144	35	219
Mün						464	612	426	444	290	204	309	169	365
Serien-MW	149	71	108		401	420	557	463	364	206	108	162	69	

## nach Transformation

STABW/Ser.	26	32	80		148	84	84	147	77	59	72	101	67	
SW/Serie	227	167	349		846	672	808	903	594	383	324	464	270	

## Berechnung eines Schwellenwertes zur Betrachtung von Standortmittelwerten

STABW aller transformierten Werte	77
Mittelwert aller Serienmittelwerte	257
SW	323
SW' (ohne Augsburg und München)	300

Bergerhoff : Aluminium [ $\mu\text{g}/\text{m}^2\text{d}$ ]														
Serien 1993					18.05.- 16.06.93	16.06.- 14.07.93	14.07.- 11.08.93	11.08.- 08.09.93	08.09.- 06.10.93	06.10.- 03.11.93	03.11.- 01.12.93	01.12.- 29.12.93	01.12.- 29.12.93	Standort- mittelwert
Ein						108	348	299	453		163	183	90	235
Shy						94	433	307	451		128	156	132	243
Gra						300	618	338	766	139	180	123	72	317
Mün						315	376	639	989	209	122			442
Serien-MW						204	444	396	665	174	148	154	98	

## nach Transformation

STABW/Ser.						120	121	163	262	49	28	30	31	
SW/Serie						563	808	885	1451	322	232	244	190	

## Berechnung eines Schwellenwertes zur Betrachtung von Standortmittelwerten

STABW aller transformierten Werte	119
Mittelwert aller Serienmittelwerte	285
SW	411
SW' (ohne Augsburg und München)	367

**Arsen**

Bergerhoff : Arsen [ $\mu\text{g}/\text{m}^2\text{d}$ ]														
Serien 1999	27.11.98 - 27.01.99	27.01.99 - 24.02.99	24.02.99 - 24.03.99	24.03.99 - 21.04.99	21.04.99 - 19.05.99	19.05.99 - 16.06.99	16.06.99 - 14.07.99	14.07.99 - 11.08.99	11.08.99 - 08.09.99	08.09.99 - 06.10.99	06.10.99 - 03.11.99	03.11.99 - 01.12.99	01.12.99 - 29.12.99	Standort-mittelwert
Wbb	0,80	0,47	0,43	0,33	0,45	0,27	0,56	0,10	0,22	0,10	0,35	0,48	0,36	<b>0,35</b>
Wßs	0,93	0,30	0,10	0,10	0,45	1,06	0,50	0,43	0,35	0,32	0,40	<u>1,16</u>	0,10	<b>0,44</b>
Ein	0,10	0,10	0,10	0,22	0,25	0,36	0,45	0,21	0,26	0,26	0,10	0,10	0,19	<b>0,21</b>
Shy	0,10	0,10	0,10	0,22	0,26	0,69	1,06	0,29	0,23	0,23	0,21	0,25	0,13	<b>0,30</b>
Gra	0,22	0,10	0,25	0,32	<u>0,34</u>	0,47	0,37	0,36	0,40	0,25	0,22	0,60	0,16	<b>0,30</b>
Bid	0,10	0,10	0,10	0,10	<u>0,704</u>	0,81	0,96	0,21	0,43	0,10	0,24	0,10	0,10	<b>0,31</b>
Aug	0,45	0,10	0,10	0,10	0,24	0,81	0,52	0,23	0,25	0,22	0,29	0,34	0,24	<b>0,28</b>
Mün	0,86	0,34	0,46	0,37	0,31	0,80	0,84	0,44	0,32	0,33	0,40	0,57	0,34	<b>0,46</b>
Serien-MW	<b>0,44</b>	<b>0,20</b>	<b>0,21</b>	<b>0,22</b>	<b>0,33</b>	<b>0,66</b>	<b>0,66</b>	<b>0,28</b>	<b>0,31</b>	<b>0,23</b>	<b>0,27</b>	<b>0,35</b>	<b>0,20</b>	

nach Transformation

STABW/Ser.	0,37	0,15	0,16	0,11	0,09	0,27	0,26	0,12	0,08	0,09	0,10	0,21	0,10
SW/Serie	1,54	0,64	0,68	0,55	0,59	1,47	1,43	0,64	0,55	0,49	0,58	0,98	0,51

Berechnung eines Schwellenwertes zur Betrachtung von Standortmittelwerten

STABW aller transformierten Werte	0,17
Mittelwert aller Serienmittelwerte	0,34
SW	0,48
SW' (ohne Augsburg und München)	0,47

Bergerhoff : Arsen [ $\mu\text{g}/\text{m}^2\text{d}$ ]														
Serien 1998	26.11.97-23.01.98	23.01.-20.02.98	20.02.-20.03.98	20.03.-17.04.98	17.04.-15.05.98	15.05.-12.06.98	12.06.-10.07.98	10.07.-07.08.98	07.08.-04.09.98	04.09.-02.10.98	04.09.-02.10.98	02.10.-30.10.98	30.10.-27.11.98	Standort-mittelwert
Wbb		0,10	1,12	0,57	0,40	0,10	0,33	0,33	0,24	<u>0,669</u>	0,49	0,10	0,40	<b>0,40</b>
Wßs	0,35	0,36	0,79	0,23	0,43	0,91	0,48	0,40	0,63	0,30	0,42	0,27	0,46	<b>0,46</b>
Ein	0,11	0,10	0,21	0,10	0,10	0,10	0,30	0,33	0,31	0,22	0,34	0,22	0,10	<b>0,20</b>
Shy	0,10	0,10	0,44	0,10	0,10	0,45	0,60	0,27	0,10	0,32	0,21	0,10	0,10	<b>0,23</b>
Gra	0,12	0,10	0,38	0,10	0,10	1,38	0,42	0,43	0,10	0,30	0,10	0,10	0,11	<b>0,29</b>
Bid				0,32	0,27	0,41	0,10	0,10	0,21	0,10	0,10	0,10	0,10	<b>0,19</b>
Aug							<u>1,23</u>	0,59	0,37	0,26	0,24	0,22	0,22	<b>0,48</b>
Mün	0,34	0,33	0,54	0,79	0,32	0,61	0,41	0,42	0,35	0,28	0,36	0,36	0,43	<b>0,43</b>
Serien-MW	<b>0,20</b>	<b>0,18</b>	<b>0,58</b>	<b>0,31</b>	<b>0,25</b>	<b>0,54</b>	<b>0,42</b>	<b>0,33</b>	<b>0,30</b>	<b>0,29</b>	<b>0,28</b>	<b>0,19</b>	<b>0,24</b>	

nach Transformation

STABW/Ser.	0,13	0,13	0,33	0,30	0,15	0,47	0,10	0,11	0,21	0,05	0,14	0,10	0,16
SW/Serie	0,59	0,56	1,56	1,20	0,70	1,95	0,71	0,67	0,94	0,45	0,71	0,49	0,73

Berechnung eines Schwellenwertes zur Betrachtung von Standortmittelwerten

STABW aller transformierten Werte	0,20
Mittelwert aller Serienmittelwerte	0,32
SW	0,48
SW' (ohne Augsburg und München)	0,46

Bergerhoff : Arsen [ $\mu\text{g}/\text{m}^2\text{d}$ ]														
Serien 1997	27.11.96-22.01.97	22.01.-19.02.97	19.02.-19.03.97	19.03.-16.04.97	16.04.-14.05.97	14.05.-11.06.97	11.06.-09.07.97	09.07.-06.08.97	06.08.-03.09.97	03.09.-01.10.97	03.09.-01.10.97	01.10.-29.10.97	29.10.-26.11.97	Standort-mittelwert
Wbb	0,21	0,35	0,10	0,92	0,10	0,24	0,36	0,35	0,21	0,10	0,65	0,10		<b>0,31</b>
Wßs	<u>0,6</u>	1,40	0,26	0,36	0,37	0,35	0,23	0,78	0,37	0,10	0,10	0,34	0,35	<b>0,43</b>
Ein	0,12	0,10	0,45	0,28	0,10	0,42	0,27	0,45	0,51	0,22	0,10	0,10	0,11	<b>0,25</b>
Shy	0,12	0,10	0,10	0,25	0,35	0,22	0,32	0,33	0,50	0,27	0,10	0,10	0,10	<b>0,22</b>
Gra	0,10	0,10	0,38	0,45	0,25	0,39	0,37		0,53	0,60	0,48	0,10	0,12	<b>0,32</b>
Mün	0,20	0,49	0,80	0,66	0,53	0,40	0,39	0,45	1,20	0,54	0,34	<u>0,97</u>	0,34	<b>0,56</b>
Serien-MW	<b>0,15</b>	<b>0,42</b>	<b>0,35</b>	<b>0,49</b>	<b>0,28</b>	<b>0,34</b>	<b>0,32</b>	<b>0,47</b>	<b>0,55</b>	<b>0,31</b>	<b>0,30</b>	<b>0,15</b>	<b>0,20</b>	

nach Transformation

STABW/Ser.	0,05	0,51	0,26	0,26	0,17	0,09	0,06	0,18	0,34	0,22	0,24	0,11	0,13
SW/Serie	0,30	1,94	1,14	1,26	0,79	0,59	0,51	1,01	1,57	0,96	1,00	0,47	0,59

Berechnung eines Schwellenwertes zur Betrachtung von Standortmittelwerten

STABW aller transformierten Werte	0,22
Mittelwert aller Serienmittelwerte	0,33
SW	0,51
SW' (ohne Augsburg und München)	0,48

fett = berechnete Werte

fett + kursiv = neu berechneter Serien-MW

klein = Werte halber Nachweisgrenze

grau unterlegt = nach Transformationschritten berechnete Werte

unterstrichen = zur Berechnung des Serien-MW und des SW ungeeigneter Wert

Bergerhoff : Arsen [ $\mu\text{g}/\text{m}^2\text{d}$ ]														
Serien 1996	30.11.95-24.01.96	24.01.-21.02.96	21.02.-20.03.96	20.03.-17.04.96	17.04.-15.05.96	15.05.-12.06.96	12.06.-10.07.96	10.07.-07.08.96	07.08.-04.09.96	04.09.-02.10.96	04.09.-02.10.96	30.10.-27.11.96	27.11.-25.12.96	Standort-mittelwert
Wbb	0,54		0,10	0,81	0,21	0,24	0,22	0,59	0,23	0,37	0,26	0,10	0,21	0,32
Wßs	0,77	1,94	0,70	0,53	0,57	0,77	1,09	0,54	0,47	0,68	0,26	0,27	0,6	0,71
Ein		0,10	0,10	0,10	0,33	0,10	0,81	0,48	0,52	0,10	0,10	0,10	0,12	0,25
Shy		0,24	0,10	0,89	0,51	0,34	0,36	0,57	0,22	0,26	0,10	0,10	0,12	0,32
Gra	0,24	0,47	0,38	1,47	1,62	0,39	0,54	0,30	0,72	0,57	0,33	0,10	0,10	0,56
Mün		0,52	0,40	1,37	1,38	0,43	0,62	0,49	0,36	0,50	0,64	0,59	0,20	0,62
Serien-MW	0,52	0,65	0,29	0,86	0,77	0,38	0,61	0,49	0,42	0,41	0,28	0,21	0,15	

nach Transformation

STABW/Ser.	0,26	0,74	0,24	0,51	0,59	0,23	0,31	0,11	0,19	0,21	0,21	0,20	0,05
SW/Serie	1,31	2,87	1,02	2,40	2,53	1,06	1,55	0,81	1,00	1,06	1,06	0,81	0,30

Berechnung eines Schwellenwertes zur Betrachtung von Standortmittelwerten

STABW aller transformierten Werte	0,32
Mittelwert aller Serienmittelwerte	0,46
SW	0,73
SW' (ohne Augsburg und München)	0,71

Bergerhoff : Arsen [ $\mu\text{g}/\text{m}^2\text{d}$ ]														
Serien 1995					20.04.-18.05.95	18.05.-15.06.95	15.06.-13.07.95	13.07.-10.08.95	10.08.-07.09.95	07.09.-05.10.95	05.10.-02.11.95	02.11.-30.11.95		Standort-mittelwert
Wbb					0,99	0,65	0,29		1,00	0,52	0,10	0,42		0,57
Wßs						0,76	0,34	0,91	0,48	0,37	0,25	0,93		0,81
Ein					0,36	0,47	0,23	0,33	0,57	0,22	0,10	0,28		0,32
Shy					0,66	0,51	0,54	0,60	0,35	0,24	0,10	0,10		0,39
Gra					0,59	0,54	0,58	0,30	0,71	0,40	0,10			0,46
Mün						0,58	0,44	0,67	0,24	0,27	0,96	0,54		0,53
Serien-MW					0,65	0,59	0,40	0,56	0,56	0,34	0,13	0,45		

nach Transformation

STABW/Ser.					0,26	0,11	0,14	0,25	0,27	0,12	0,07	0,31
SW/Serie					1,43	0,90	0,82	1,32	1,37	0,68	0,33	1,39

Berechnung eines Schwellenwertes zur Betrachtung von Standortmittelwerten

STABW aller transformierten Werte	0,19
Mittelwert aller Serienmittelwerte	0,46
SW	0,66
SW' (ohne Augsburg und München)	0,66

Bergerhoff : Arsen [ $\mu\text{g}/\text{m}^2\text{d}$ ]														
Serien 1994	28.12.93-26.01.94	26.01.-23.02.94	23.02.-23.03.94	23.03.-18.04.94	18.04.-18.05.94	18.05.-15.06.94	15.06.-12.07.94	12.07.-10.08.94	10.08.-07.09.94	07.09.-05.10.94	05.10.-02.11.94	02.11.-01.12.94	01.12.-29.12.94	Standort-mittelwert
Ein	0,27	0,41	0,26		0,89	0,29	0,59	0,63	0,43	0,22	0,43	0,50	0,22	0,43
Shy	0,10	0,21	0,29		0,58	0,57	0,52	0,64	0,37	0,23	0,10	0,10	0,27	0,33
Gra	0,64	0,39	0,54		1,50	0,76	1,00	0,31	0,45	0,22	0,34	0,10	0,10	0,53
Mün						0,68	0,40	0,52	0,43	0,27	0,31	0,86	0,34	0,48
Serien-MW	0,34	0,34	0,36		0,99	0,58	0,63	0,53	0,42	0,24	0,30	0,39	0,23	

nach Transformation

STABW/Ser.	0,28	0,11	0,15		0,47	0,21	0,26	0,15	0,03	0,02	0,14	0,37	0,10
SW/Serie	1,16	0,67	0,82		2,39	1,19	1,41	0,98	0,52	0,31	0,71	1,49	0,54

Berechnung eines Schwellenwertes zur Betrachtung von Standortmittelwerten

STABW aller transformierten Werte	0,19
Mittelwert aller Serienmittelwerte	0,44
SW	0,61
SW' (ohne Augsburg und München)	0,59

Bergerhoff : Arsen [ $\mu\text{g}/\text{m}^2\text{d}$ ]														
Serien 1993						18.05.-16.06.93	16.06.-14.07.93	14.07.-11.08.93	11.08.-08.09.93	08.09.-06.10.93	06.10.-03.11.93	03.11.-01.12.93	01.12.-29.12.93	Standort-mittelwert
Ein						0,10	0,42	0,40	0,48		0,80	0,37	0,10	0,38
Shy						0,23	0,45	0,50	0,40		0,90	0,35	0,10	0,42
Gra						0,31	0,69	0,40	0,94	0,10	0,40	0,10	0,10	0,38
Mün						0,66	0,86	0,90	0,50	0,10	0,90			0,65
Serien-MW						0,33	0,61	0,55	0,58	0,10	0,75	0,27	0,10	

nach Transformation

STABW/Ser.						0,24	0,21	0,24	0,24	0,00	0,24	0,15	0,00
SW/Serie						1,04	1,23	1,26	1,31	0,10	1,46	0,72	0,10

Berechnung eines Schwellenwertes zur Betrachtung von Standortmittelwerten

STABW aller transformierten Werte	0,18
Mittelwert aller Serienmittelwerte	0,41
SW	0,60
SW' (ohne Augsburg und München)	0,53

### Cadmium

Bergerhoff : Cadmium [ $\mu\text{g}/\text{m}^2\text{d}$ ]														
Serien 1999	27.11.98 - 27.01.99	27.01.99 - 24.02.99	24.02.99 - 24.03.99	24.03.99 - 21.04.99	21.04.99 - 19.05.99	19.05.99 - 16.06.99	16.06.99 - 14.07.99	14.07.99 - 11.08.99	11.08.99 - 08.09.99	08.09.99 - 06.10.99	06.10.99 - 03.11.99	03.11.99 - 01.12.99	01.12.99 - 29.12.99	Standort-mittelwert
Wbb	0,24	<u>0,236</u>	0,17	<u>0,239</u>	<u>0,431</u>	0,14	0,11	0,05	0,08	0,10	0,12	0,23	0,14	<b>0,17</b>
Wßs	0,27	0,13	0,11	0,16	0,10	0,20	0,14	0,11	0,14	<u>0,268</u>	0,10	0,25	0,03	<b>0,15</b>
Ein	0,14	0,07	0,08	0,08	0,08	0,15	0,13	0,05	0,14	0,09	0,03	0,11	0,08	<b>0,09</b>
Shy	0,13	0,10	0,09	0,10	0,08	0,17	0,13	0,08	0,11	0,06	0,10	0,11	0,05	<b>0,10</b>
Gra	0,19	0,08	0,10	0,13	0,22	0,15	0,15	0,10	0,17	0,12	<u>0,562</u>	0,15	0,08	<b>0,17</b>
Bid	0,18	0,07	0,06	0,09	0,25	0,29	0,09	0,08	0,16	0,07	0,04	0,09	0,05	<b>0,12</b>
Aug	0,50	0,10	0,07	0,14	0,12	0,29	0,09	0,05	0,09	0,08	0,06	0,10	0,07	<b>0,13</b>
Mün	0,38	0,13	0,18	0,13	0,20	<u>0,465</u>	<u>1,32</u>	0,11	0,12	0,11	0,06	0,17	0,10	<b>0,27</b>
Serien-MW	<b>0,25</b>	<b>0,10</b>	<b>0,10</b>	<b>0,12</b>	<b>0,15</b>	<b>0,20</b>	<b>0,12</b>	<b>0,08</b>	<b>0,12</b>	<b>0,09</b>	<b>0,07</b>	<b>0,15</b>	<b>0,08</b>	

nach Transformation														
STABW/Ser.	0,13	0,02	0,05	0,03	0,07	0,06	0,02	0,03	0,03	0,02	0,03	0,06	0,04	
SW/Serie	0,64	0,17	0,24	0,20	0,36	0,39	0,19	0,16	0,22	0,15	0,18	0,33	0,18	

Berechnung eines Schwellenwertes zur Betrachtung von Standortmittelwerten

STABW aller transformierten Werte	0,05
Mittelwert aller Serienmittelwerte	0,13
SW	0,17
SW' (ohne Augsburg und München)	0,16

Bergerhoff : Cadmium [ $\mu\text{g}/\text{m}^2\text{d}$ ]														
Serien 1998	26.11.97- 23.01.98	23.01.- 20.02.98	20.02.- 20.03.98	20.03.- 17.04.98	17.04.- 15.05.98	15.05.- 12.06.98	12.06.- 10.07.98	10.07.- 07.08.98	07.08.- 04.09.98	04.09.- 02.10.98	02.10.- 30.10.98	30.10.- 27.11.98	27.11.- 23.12.98	Standort-mittelwert
Wbb		0,01	0,56	0,20	0,19	0,17	0,17	0,09	0,12	0,29	0,28	0,21	0,12	<b>0,20</b>
Wßs	0,08	0,11	0,22	0,14	0,19	0,16	0,16	0,19	0,17	0,17	0,26	0,21	0,13	<b>0,17</b>
Ein	0,08	0,05	0,14	0,06	0,11	0,12	0,11	0,12	<u>0,306</u>	0,13	0,10	0,12	0,07	<b>0,12</b>
Shy	0,06	0,04	0,14	0,04	0,15	0,11	0,20	0,09	0,10	0,25	0,09	0,09	0,06	<b>0,11</b>
Gra	0,08	0,06	0,30	0,10	0,10	<u>0,308</u>	0,24	0,14	0,05	<u>0,463</u>	0,03	0,24	0,10	<b>0,17</b>
Bid					0,11	0,16	0,18	0,12	0,07	0,12	0,08	0,06	0,09	<b>0,11</b>
Aug								0,14	0,10	0,10	0,15	0,10	0,25	<b>0,14</b>
Mün	0,08	0,16	0,23	0,30	<u>0,408</u>	0,20	0,15	0,16	0,08	0,11	0,19		0,19	<b>0,19</b>
Serien-MW	<b>0,07</b>	<b>0,07</b>	<b>0,26</b>	<b>0,14</b>	<b>0,14</b>	<b>0,15</b>	<b>0,17</b>	<b>0,13</b>	<b>0,10</b>	<b>0,17</b>	<b>0,15</b>	<b>0,15</b>	<b>0,13</b>	

nach Transformation														
STABW/Ser.	0,01	0,06	0,16	0,10	0,04	0,03	0,04	0,03	0,04	0,07	0,09	0,07	0,06	
SW/Serie	0,10	0,24	0,73	0,43	0,26	0,25	0,29	0,23	0,22	0,39	0,42	0,36	0,32	

Berechnung eines Schwellenwertes zur Betrachtung von Standortmittelwerten

STABW aller transformierten Werte	0,07
Mittelwert aller Serienmittelwerte	0,14
SW	0,20
SW' (ohne Augsburg und München)	0,21

Bergerhoff : Cadmium [ $\mu\text{g}/\text{m}^2\text{d}$ ]														
Serien 1997	27.11.96- 22.01.97	22.01.- 19.02.97	19.02.- 19.03.97	19.03.- 16.04.97	16.04.- 14.05.97	14.05.- 11.06.97	11.06.- 09.07.97	09.07.- 06.08.97	06.08.- 03.09.97	03.09.- 01.10.97	01.10.- 29.10.97	29.10.- 26.11.97	26.11.- 24.12.97	Standort-mittelwert
Wbb	0,16	0,25	0,27	0,29	0,16	0,12	0,15	0,27	0,08	0,24	0,30	0,11		<b>0,20</b>
Wßs	0,07	0,60	0,25	0,18	0,16	0,12	0,19	0,18	0,07	0,09	0,12	0,07	0,08	<b>0,17</b>
Ein	0,06	0,06	0,19	0,10	0,06	0,08	0,12	0,19	0,18	0,21	0,08	0,11	0,08	<b>0,12</b>
Shy	0,09	0,06	0,19	0,12	0,12	0,08	0,14	0,23	0,34	0,12	0,14	0,03	0,06	<b>0,13</b>
Gra	0,06	0,11	0,50	0,37	0,14	0,08	0,18		0,20	0,21	0,16	0,06	0,08	<b>0,18</b>
Mün	0,10	0,19	0,41	0,26	0,22	0,10	0,17	0,17	0,14	0,13	0,12	0,18	0,08	<b>0,17</b>
Serien-MW	<b>0,09</b>	<b>0,21</b>	<b>0,30</b>	<b>0,22</b>	<b>0,14</b>	<b>0,10</b>	<b>0,16</b>	<b>0,21</b>	<b>0,17</b>	<b>0,17</b>	<b>0,15</b>	<b>0,09</b>	<b>0,07</b>	

nach Transformation														
STABW/Ser.	0,04	0,20	0,13	0,10	0,05	0,02	0,03	0,04	0,10	0,06	0,08	0,05	0,01	
SW/Serie	0,20	0,83	0,68	0,53	0,30	0,16	0,24	0,33	0,46	0,35	0,38	0,25	0,10	

Berechnung eines Schwellenwertes zur Betrachtung von Standortmittelwerten

STABW aller transformierten Werte	0,08
Mittelwert aller Serienmittelwerte	0,16
SW	0,23
SW' (ohne Augsburg und München)	0,23

fett = berechnete Werte

fett + kursiv = neu berechneter Serien-MW

klein = Werte halber Nachweisgrenze

grau unterlegt = nach Transformationschritten berechnete Werte

unterstrichen = zur Berechnung des Serien-MW und des SW ungeeigneter Wert

Bergerhoff : Cadmium [ $\mu\text{g}/\text{m}^2\text{d}$ ]														
Serien 1996	30.11.95-24.01.96	24.01.-21.02.96	21.02.-20.03.96	20.03.-17.04.96	17.04.-15.05.96	15.05.-12.06.96	12.06.-10.07.96	10.07.-07.08.96	07.08.-04.09.96	04.09.-02.10.96	02.10.-30.10.96	30.10.-27.11.96	27.11.-25.12.96	Standort-mittelwert
Wbb	0,23		0,13	0,46	0,20	0,14	0,18	0,19	0,13	0,26	0,17	0,18	0,16	0,20
Wßs	0,13	0,35	0,83	0,51		0,35	0,29	0,26	0,13	0,17	0,16	0,14	0,07	0,28
Ein		0,11	0,10	0,39		0,07	0,16	0,15	0,12	0,06	0,22	0,07	0,06	0,14
Shy		0,11	0,27	0,50	0,12	0,10	0,20	0,22	0,245	0,28	0,11	0,12	0,09	0,20
Gra	0,25	0,11	0,38	0,69		0,24	0,36	0,15	0,13	0,24	0,12	0,11	0,06	0,23
Mün		0,30	0,29	0,77		0,35	0,30	0,15	0,14	0,25	0,21	0,14	0,10	0,27
Serien-MW	0,20	0,19	0,33	0,55	0,16	0,21	0,25	0,19	0,13	0,21	0,17	0,13	0,09	

nach Transformation

STABW/Ser.	0,06	0,12	0,27	0,15	0,06	0,12	0,08	0,05	0,01	0,08	0,05	0,04	0,04
SW/Serie	0,39	0,55	1,13	0,99	0,34	0,58	0,49	0,33	0,15	0,46	0,30	0,23	0,20

Berechnung eines Schwellenwertes zur Betrachtung von Standortmittelwerten

STABW aller transformierten Werte	0,10
Mittelwert aller Serienmittelwerte	0,22
SW	0,30
SW' (ohne Augsburg und München)	0,29

Bergerhoff : Cadmium [ $\mu\text{g}/\text{m}^2\text{d}$ ]														
Serien 1995					20.04.-18.05.95	18.05.-15.06.95	15.06.-13.07.95	13.07.-10.08.95	10.08.-07.09.95	07.09.-05.10.95	05.10.-02.11.95	02.11.-30.11.95		Standort-mittelwert
Wbb					0,10	0,23	0,26		0,64	0,23	0,10	0,32		0,27
Wßs						0,24	0,38	0,48	0,10	0,10	0,10	0,25		0,24
Ein					0,10	0,10	0,10	0,10	0,10	0,10	0,10	0,10		0,10
Shy					0,10	0,21	0,10	0,10	0,10	0,30	0,10	0,10		0,14
Gra					0,22	0,50	0,10	0,10	0,31	0,10	0,10			0,20
Mün						0,30	0,22	0,10	0,10	0,22	0,10	0,10		0,16
Serien-MW					0,13	0,26	0,19	0,18	0,23	0,18	0,10	0,17		

nach Transformation

STABW/Ser.					0,06	0,13	0,12	0,17	0,22	0,09	0,00	0,10	
SW/Serie					0,31	0,66	0,54	0,69	0,88	0,43	0,10	0,49	

Berechnung eines Schwellenwertes zur Betrachtung von Standortmittelwerten

STABW aller transformierten Werte	0,12
Mittelwert aller Serienmittelwerte	0,18
SW	0,31
SW' (ohne Augsburg und München)	0,32

Bergerhoff : Cadmium [ $\mu\text{g}/\text{m}^2\text{d}$ ]														
Serien 1994	28.12.93-26.01.94	26.01.-23.02.94	23.02.-23.03.94	23.03.-18.04.94	18.04.-18.05.94	18.05.-15.06.94	15.06.-12.07.94	12.07.-10.08.94	10.08.-07.09.94	07.09.-05.10.94	05.10.-02.11.94	02.11.-01.12.94	01.12.-29.12.94	Standort-mittelwert
Ein	0,10	0,26	0,10	0,40	0,10	0,10	0,10	0,10	0,10	0,21	0,10	0,10	0,10	0,14
Shy	0,10	0,10	0,22	0,56	0,27	0,22	0,26	0,10	0,10	0,10	0,10	0,22	0,10	0,19
Gra	0,10	0,10	0,33	0,56	0,33	0,30	0,40	0,10	0,22	0,10	0,10	0,10	0,10	0,22
Mün						0,24	0,22	0,10	0,39	0,33	0,10	0,24	0,10	0,22
Serien-MW	0,10	0,15	0,22	0,51	0,23	0,22	0,25	0,10	0,20	0,19	0,10	0,17	0,10	

nach Transformation

STABW/Ser.	0,00	0,09	0,12	0,09	0,12	0,08	0,12	0,00	0,14	0,11	0,00	0,08	0,00
SW/Serie	0,10	0,43	0,56	0,78	0,59	0,47	0,62	0,10	0,61	0,51	0,10	0,39	0,10

Berechnung eines Schwellenwertes zur Betrachtung von Standortmittelwerten

STABW aller transformierten Werte	0,08
Mittelwert aller Serienmittelwerte	0,19
SW	0,26
SW' (ohne Augsburg und München)	0,24

Bergerhoff : Cadmium [ $\mu\text{g}/\text{m}^2\text{d}$ ]														
Serien 1993						18.05.-16.06.93	16.06.-14.07.93	14.07.-11.08.93	11.08.-08.09.93	08.09.-06.10.93	06.10.-03.11.93	03.11.-01.12.93	01.12.-29.12.93	Standort-mittelwert
Ein						0,10	0,10	0,10	0,10		0,30	0,10	0,10	0,13
Shy						0,10	0,23	0,30	0,10		0,10	0,10	0,10	0,15
Gra						0,10	0,41	0,10	0,33	0,10	0,30	0,10	0,10	0,19
Mün						0,47	0,50	0,30	0,36	0,10	0,80			0,42
Serien-MW						0,19	0,31	0,20	0,22	0,10	0,38	0,10	0,10	

nach Transformation

STABW/Ser.						0,19	0,18	0,12	0,14	0,00	0,30	0,00	0,00
SW/Serie						0,75	0,85	0,55	0,65	0,10	1,27	0,10	0,10

Berechnung eines Schwellenwertes zur Betrachtung von Standortmittelwerten

STABW aller transformierten Werte	0,14
Mittelwert aller Serienmittelwerte	0,20
SW	0,35
SW' (ohne Augsburg und München)	0,25

**Kobalt**

Bergerhoff : Kobalt [ $\mu\text{g}/\text{m}^2\text{d}$ ]														
Serien 1999	27.11.98 - 27.01.99	27.01.99 - 24.02.99	24.02.99 - 24.03.99	24.03.99 - 21.04.99	21.04.99 - 19.05.99	19.05.99 - 16.06.99	16.06.99 - 14.07.99	14.07.99 - 11.08.99	11.08.99 - 08.09.99	08.09.99 - 06.10.99	06.10.99 - 03.11.99	03.11.99 - 01.12.99	01.12.99 - 29.12.99	Standort-mittelwert
Wbb	0,28	0,22	0,18	0,23	0,28	0,13	0,24	0,09	0,18	0,10	0,63	0,12	0,09	0,21
Wbs	0,29	0,10	0,12	0,13	0,26	0,33	0,29	0,25	0,22	0,21	0,16	0,12	0,03	0,19
Ein	0,18	0,07	0,13	0,10	0,22	0,30	0,24	0,11	0,18	0,14	0,15	0,06	0,04	0,15
Shy	0,70	0,06	0,10	0,12	0,16	0,36	0,56	0,22	0,17	0,17	0,19	0,07	0,07	0,23
Gra	0,20	0,09	0,09	0,11	0,13	0,24	0,22	0,24	0,24	0,17	0,24	0,09	0,06	0,16
Bid	0,15	0,06	0,06	0,08	0,528	0,29	0,12	0,10	0,29	0,11	0,27	0,03	0,03	0,16
Aug	0,35	0,10	0,14	0,24	0,16	0,43	0,22	0,13	0,25	0,16	0,39	0,10	0,09	0,21
Mün	0,72	0,22	0,384	0,26	0,25	0,40	0,59	0,35	0,28	0,325	0,49	0,225	0,1785	0,36
Serien-MW	0,36	0,12	0,12	0,16	0,21	0,31	0,31	0,19	0,23	0,15	0,31	0,09	0,06	

nach Transformation

STABW/Ser.	0,23	0,07	0,04	0,07	0,06	0,09	0,17	0,09	0,05	0,04	0,17	0,03	0,03
SW/Serie	1,04	0,31	0,23	0,37	0,38	0,59	0,82	0,46	0,36	0,27	0,84	0,19	0,14

Berechnung eines Schwellenwertes zur Betrachtung von Standortmittelwerten

STABW aller transformierten Werte	0,10
Mittelwert aller Serienmittelwerte	0,20
SW	0,28
SW' (ohne Augsburg und München)	0,22

Bergerhoff : Kobalt [ $\mu\text{g}/\text{m}^2\text{d}$ ]														
Serien 1998	26.11.97- 23.01.98	23.01.- 20.02.98	20.02.- 20.03.98	20.03.- 17.04.98	17.04.- 15.05.98	15.05.- 12.06.98	12.06.- 10.07.98	10.07.- 07.08.98	07.08.- 04.09.98	04.09.- 02.10.98	02.10.- 30.10.98	30.10.- 27.11.98	27.11.- 23.12.98	Standort-mittelwert
Wbb		0,02	0,75	0,27	0,20	0,21	0,25	0,21	0,22	0,25	0,18	0,14	0,14	0,24
Wbs	0,12	0,13	0,50	0,18	0,22	0,28	0,32	0,25	0,38	0,27	0,15	0,14	0,14	0,24
Ein	0,11	0,07	0,13	0,21	0,14	0,30	0,20	0,30	0,23	0,30	0,10	0,10	0,09	0,17
Shy	0,06	0,05	0,19	0,06	0,09	0,31	0,59	0,20	0,19	0,33	0,09	0,08	0,35	0,20
Gra	0,10	0,08	0,32	0,11	0,12	0,44	0,65	0,28	0,11	0,24	0,07	0,27	0,10	0,22
Bid				0,17	0,28	0,30	0,24	0,08	0,23	0,07	0,06	0,08	0,08	0,17
Aug							1,29	0,45	0,33	0,11	0,17	0,17	0,17	0,42
Mün	0,18	0,23	0,38	0,33	0,26	0,42	0,38	0,39	0,38	0,24	0,286	0,26	0,36	0,31
Serien-MW	0,11	0,10	0,38	0,19	0,17	0,32	0,39	0,27	0,26	0,27	0,11	0,15	0,18	

nach Transformation

STABW/Ser.	0,04	0,07	0,23	0,10	0,06	0,08	0,17	0,06	0,13	0,04	0,04	0,08	0,11
SW/Serie	0,24	0,32	1,06	0,49	0,35	0,57	0,90	0,46	0,66	0,39	0,23	0,38	0,52

Berechnung eines Schwellenwertes zur Betrachtung von Standortmittelwerten

STABW aller transformierten Werte	0,10
Mittelwert aller Serienmittelwerte	0,22
SW	0,31
SW' (ohne Augsburg und München)	0,28

Bergerhoff : Kobalt [ $\mu\text{g}/\text{m}^2\text{d}$ ]														
Serien 1997	27.11.96- 22.01.97	22.01.- 19.02.97	19.02.- 19.03.97	19.03.- 16.04.97	16.04.- 14.05.97	14.05.- 11.06.97	11.06.- 09.07.97	09.07.- 06.08.97	06.08.- 03.09.97	03.09.- 01.10.97	01.10.- 29.10.97	29.10.- 26.11.97	26.11.- 24.12.97	Standort-mittelwert
Wbb	0,20	0,75	0,38	0,30	0,17	0,16	0,14	0,19	0,13	0,54	0,24	0,08		0,27
Wbs	0,11	0,37	0,39	0,20	0,23	0,28	0,25	0,35	0,18	0,29	0,14	0,12	0,12	0,23
Ein	0,07	0,11	0,46	0,18	0,13	0,15	0,17	0,21	0,23	0,28	0,08	0,07	0,11	0,17
Shy	0,06	0,08	0,40	0,18	0,18	0,15	0,21	0,19	0,20	0,20	0,14	0,07	0,06	0,16
Gra	0,06	0,09	0,61	0,36	0,23	0,15	0,24		0,14	0,20	0,15	0,07	0,10	0,20
Mün	0,10	0,32	0,86	0,52	0,37	0,22	0,30	0,33	1,1	0,50	0,20	0,68	0,18	0,44
Serien-MW	0,10	0,29	0,52	0,29	0,22	0,19	0,22	0,25	0,18	0,34	0,16	0,08	0,11	

nach Transformation

STABW/Ser.	0,05	0,26	0,19	0,13	0,08	0,05	0,06	0,08	0,04	0,15	0,06	0,02	0,04
SW/Serie	0,25	1,06	1,08	0,69	0,47	0,35	0,39	0,49	0,30	0,78	0,32	0,15	0,24

Berechnung eines Schwellenwertes zur Betrachtung von Standortmittelwerten

STABW aller transformierten Werte	0,11
Mittelwert aller Serienmittelwerte	0,23
SW	0,32
SW' (ohne Augsburg und München)	0,29

fett = berechnete Werte

fett + kursiv = neu berechneter Serien-MW

klein = Werte halber Nachw eisgrenze

grau unterlegt = nach Transformationsschritten berechnete Werte

unterstrichen = zur Berechnung des Serien-MW und des SW ungeeigneter Wert

Bergerhoff : Kobalt [ $\mu\text{g}/\text{m}^2\text{d}$ ]														
Serien 1996	30.11.95- 24.01.96	24.01.- 21.02.96	21.02.- 20.03.96	20.03.- 17.04.96	17.04.- 15.05.96	15.05.- 12.06.96	12.06.- 10.07.96	10.07.- 07.08.96	07.08.- 04.09.96	04.09.- 02.10.96	02.10.- 30.10.96	30.10.- 27.11.96	27.11.- 25.12.96	Standort- mittelwert
Wbb	0,17		0,09	0,16	0,09	0,18	0,19	0,25	0,11	0,16	0,11	0,17	0,20	0,15
Wßs	0,15	0,57	0,19	0,22	0,38	0,28	0,26	0,82	0,21	0,22	0,13	0,19	0,11	0,28
Ein		0,12	0,07	0,17	0,08	0,10	0,29	0,33	0,21	0,12	0,11	0,09	0,07	0,15
Shy		0,14	0,08	0,42	0,24	0,22	0,16	0,42	0,17	0,12	0,11	0,10	0,06	0,19
Gra	0,15	0,16	0,16	0,24	0,45	0,23	0,26	0,29	0,19	0,14	0,21	0,08	0,06	0,20
Mün		0,23	0,26	0,41	0,48	0,32	0,35	0,37	0,23	0,19	0,24	0,45	0,10	0,30
Serien-MW	0,15	0,25	0,14	0,27	0,29	0,22	0,25	0,41	0,19	0,16	0,15	0,18	0,10	

## nach Transformation

STABW/Ser.	0,01	0,18	0,08	0,12	0,18	0,08	0,07	0,21	0,04	0,04	0,06	0,14	0,05
SW/Serie	0,19	0,80	0,37	0,62	0,82	0,45	0,45	1,04	0,31	0,28	0,32	0,59	0,25

Berechnung eines Schwellenwertes zur Betrachtung von Standortmittelwerten

STABW aller transformierten Werte	0,11
Mittelwert aller Serienmittelwerte	0,21
SW	0,30
SW' (ohne Augsburg und München)	0,28

Bergerhoff : Kobalt [ $\mu\text{g}/\text{m}^2\text{d}$ ]														
Serien 1995					20.04.- 18.05.95	18.05.- 15.06.95	15.06.- 13.07.95	13.07.- 10.08.95	10.08.- 07.09.95	07.09.- 05.10.95	05.10.- 02.11.95	02.11.- 30.11.95		Standort- mittelwert
Wbb					0,23	0,24	0,20		0,29	0,19	0,11	0,22		0,21
Wßs						0,30	0,31	0,51	0,24	0,17	0,05	0,21		0,25
Ein					0,16	0,21	0,14	0,16	0,28	0,13	0,05	0,05		0,15
Shy					0,22	0,24	0,30	0,31	0,20	0,13	0,05	0,05		0,19
Gra					0,16	0,20	0,26	0,26	0,24	0,19	0,11			0,20
Mün						0,28	0,23	0,30	0,18	0,48	0,69	0,41		0,37
Serien-MW					0,19	0,25	0,24	0,31	0,24	0,16	0,07	0,19		

## nach Transformation

STABW/Ser.					0,04	0,04	0,06	0,13	0,04	0,03	0,03	0,15
SW/Serie					0,31	0,36	0,43	0,69	0,37	0,25	0,17	0,64

Berechnung eines Schwellenwertes zur Betrachtung von Standortmittelwerten

STABW aller transformierten Werte	0,07
Mittelwert aller Serienmittelwerte	0,21
SW	0,28
SW' (ohne Augsburg und München)	0,27

Bergerhoff : Kobalt [ $\mu\text{g}/\text{m}^2\text{d}$ ]														
Serien 1994	28.12.93- 26.01.94	26.01.- 23.02.94	23.02.- 23.03.94	23.03.- 18.04.94	18.04.- 18.05.94	18.05.- 15.06.94	15.06.- 12.07.94	12.07.- 10.08.94	10.08.- 07.09.94	07.09.- 05.10.94	05.10.- 02.11.94	02.11.- 01.12.94	01.12.- 29.12.94	Standort- mittelwert
Ein	0,13	0,13	0,05		0,30	0,23	0,29	0,31	0,26	0,47	0,15	0,14	0,13	0,22
Shy	0,05	0,15	0,05		0,25	0,35	0,35	0,36	0,23	0,16	0,05	0,11	0,12	0,19
Gra	0,11	0,05	0,17		0,37	0,34	0,74	0,20	0,27	0,16	0,05	0,13	0,11	0,23
Mün						0,38	0,35	0,32	0,36	0,27	0,26	0,39	0,30	0,33
Serien-MW	0,10	0,11	0,09		0,31	0,33	0,43	0,30	0,28	0,27	0,13	0,19	0,17	

## nach Transformation

STABW/Ser.	0,04	0,05	0,07		0,06	0,07	0,21	0,07	0,06	0,15	0,10	0,13	0,09
SW/Serie	0,22	0,27	0,30		0,49	0,52	1,05	0,50	0,45	0,70	0,43	0,59	0,44

Berechnung eines Schwellenwertes zur Betrachtung von Standortmittelwerten

STABW aller transformierten Werte	0,09
Mittelwert aller Serienmittelwerte	0,22
SW	0,30
SW' (ohne Augsburg und München)	0,28

Bergerhoff : Kobalt [ $\mu\text{g}/\text{m}^2\text{d}$ ]														
Serien 1993						18.05.- 16.06.93	16.06.- 14.07.93	14.07.- 11.08.93	11.08.- 08.09.93	08.09.- 06.10.93	06.10.- 03.11.93	03.11.- 01.12.93	01.12.- 29.12.93	Standort- mittelwert
Ein						0,28		0,30	0,61		0,05	0,15	0,11	0,25
Shy						0,43		0,60	0,43		0,05	0,15	0,05	0,29
Gra						0,15	0,56	0,20	0,50	0,05	0,05	0,11	0,05	0,21
Mün						0,53	0,34	0,50	0,61	0,14	0,30			0,40
Serien-MW						0,35	0,45	0,40	0,54	0,10	0,11	0,14	0,07	

## nach Transformation

STABW/Ser.						0,17	0,16	0,18	0,09	0,06	0,13	0,02	0,03
SW/Serie						0,85	0,92	0,95	0,80	0,29	0,49	0,21	0,17

Berechnung eines Schwellenwertes zur Betrachtung von Standortmittelwerten

STABW aller transformierten Werte	0,11
Mittelwert aller Serienmittelwerte	0,27
SW	0,38
SW' (ohne Augsburg und München)	0,35

## Chrom

Bergerhoff : Chrom [µg/m²d]														
Serien 1999	27.11.98 - 27.01.99	27.01.99 - 24.02.99	24.02.99 - 24.03.99	24.03.99 - 21.04.99	21.04.99 - 19.05.99	19.05.99 - 16.06.99	16.06.99 - 14.07.99	14.07.99 - 11.08.99	11.08.99 - 08.09.99	08.09.99 - 06.10.99	06.10.99 - 03.11.99	03.11.99 - 01.12.99	01.12.99 - 29.12.99	Standort-mittelwert
Wbb	1,7	1,6	1,1	1,7	1,7	1,0	1,4	0,5	0,8	0,6	1,2	0,8	0,6	1,1
Wßs	1,5	1,2	1,1	0,9	1,4	2,4	1,6	2,7	1,0	0,9	0,8	0,8	0,3	1,3
Ein	1,4	1,1	1,1	0,9	1,3	1,7	1,1	0,9	1,3	0,9	0,8	0,5	0,4	1,0
Shy	1,8	1,1	0,9	1,1	2,1	1,5	<u>2,69</u>	0,9	1,0	0,9	1,0	0,6	0,5	1,2
Gra	1,5	1,2	0,9	0,9	1,1	1,4	1,2	1,1	1,2	0,9	1,0	0,6	0,5	1,0
Bid	1,1	0,8	0,6	1,0	2,5	2,0	1,3	0,6	1,4	0,9	1,2	0,25	0,4	1,1
Aug	<u>3,91</u>	1,6	<u>2,94</u>	1,7	1,5	2,6	1,6	1,0	1,2	1,3	2,0	1,2	<u>1,35</u>	1,8
Mün	<u>8,37</u>	<u>4,31</u>	<u>5,74</u>	<u>4,09</u>	2,2	<u>4,07</u>	<u>8,35</u>	2,4	<u>2,29</u>	<u>2,53</u>	2,4	<u>2,19</u>	<u>2,685</u>	4,0
Serien-MW	1,5	1,2	1,0	1,2	1,7	1,8	1,4	1,3	1,1	0,9	1,3	0,7	0,5	

nach Transformation

STABW/Ser.	0,3	0,3	0,2	0,4	0,5	0,6	0,2	0,8	0,2	0,2	0,6	0,3	0,1	
SW/Serie	2,3	2,1	1,5	2,2	3,2	3,5	2,0	3,7	1,7	1,5	3,1	1,5	0,8	

Berechnung eines Schwellenwertes zur Betrachtung von Standortmittelwerten

STABW aller transformierten Werte	0,4
Mittelwert aller Serienmittelwerte	1,2
SW	1,5
SW' (ohne Augsburg und München)	1,2

Bergerhoff : Chrom [µg/m²d]														
Serien 1998	26.11.97- 23.01.98	23.01.- 20.02.98	20.02.- 20.03.98	20.03.- 17.04.98	17.04.- 15.05.98	15.05.- 12.06.98	12.06.- 10.07.98	10.07.- 07.08.98	07.08.- 04.09.98	04.09.- 02.10.98	02.10.- 30.10.98	30.10.- 27.11.98	27.11.- 23.12.98	Standort-mittelwert
Wbb		0,5	3,8	1,1	1,5	0,9	1,5	1,0	1,4		2,2	1,4	0,9	1,5
Wßs	0,7	0,9	2,8	1,1	1,3	1,4	1,5	1,3	1,6		2,0	1,3	0,7	1,4
Ein	0,5	0,5	1,0	0,6	1,2	6,7	1,2	1,5	1,6		2,2	1,4	0,7	1,6
Shy	0,6	0,8	1,1	0,8	0,7	6,8	2,4	1,1	1,2		2,0	1,3	0,9	1,6
Gra	0,7	0,7	1,6	0,9	1,1	7,0	2,4	1,5	0,7		2,2	2,2	0,7	1,8
Bid				1,4	1,6	1,6	1,2	0,6			2,0	1,5	0,5	1,3
Aug								<u>4,21</u>	2,5		3,4	1,9	<u>1,955</u>	2,8
Mün	2,5	<u>2,87</u>	3,6	<u>3,25</u>	<u>2,65</u>	8,1	2,7	<u>2,75</u>	2,4		3,1	2,6	<u>4,185</u>	3,4
Serien-MW	1,0	0,7	2,3	0,9	1,2	4,7	1,9	1,3	1,5		2,4	1,7	0,7	

nach Transformation

STABW/Ser.	0,9	0,2	1,2	0,2	0,3	3,2	0,6	0,2	0,7		0,5	0,5	0,1	
SW/Serie	3,6	1,2	6,0	1,5	2,0	14,1	3,6	1,9	3,6		4,0	3,1	1,1	

Berechnung eines Schwellenwertes zur Betrachtung von Standortmittelwerten

STABW aller transformierten Werte	1,0
Mittelwert aller Serienmittelwerte	1,7
SW	2,5
SW' (ohne Augsburg und München)	2,3

Bergerhoff : Chrom [µg/m²d]														
Serien 1997	27.11.96- 22.01.97	22.01.- 19.02.97	19.02.- 19.03.97	19.03.- 16.04.97	16.04.- 14.05.97	14.05.- 11.06.97	11.06.- 09.07.97	09.07.- 06.08.97	06.08.- 03.09.97	03.09.- 01.10.97	01.10.- 29.10.97	29.10.- 26.11.97	26.11.- 24.12.97	Standort-mittelwert
Wbb	0,6	2,0	1,1	2,5	0,8	1,4	1,0	1,0	0,9	<u>11</u>	1,6	0,8		2,1
Wßs	1,1	1,6	1,7	1,8	1,2	1,4	1,2	1,1	1,2	1,3	0,9	0,7	0,7	1,2
Ein	0,4	1,2	1,6	1,6	1,0	0,9	1,1	1,2	1,7	1,3	0,8	0,7	0,5	1,1
Shy	0,6	1,1	1,5	1,8	1,3	1,0	1,4	1,3	1,8	1,2	1,0	0,7	0,6	1,2
Gra	0,6	1,0	2,1	2,8	1,0	1,1	1,3		0,6	1,0	1,0	0,6	0,7	1,2
Mün	1,3	<u>5</u>	<u>7,1</u>	4,9	<u>3,5</u>	2,2	<u>2,6</u>	2,3	4,0	2,7	1,9	<u>4</u>	2,5	3,4
Serien-MW	0,8	1,4	1,6	2,6	1,1	1,3	1,2	1,4	1,7	1,5	1,2	0,7	1,0	

nach Transformation

STABW/Ser.	0,3	0,4	0,4	1,2	0,2	0,5	0,2	0,5	1,2	0,7	0,4	0,0	0,9	
SW/Serie	1,8	2,6	2,7	6,3	1,6	2,8	1,7	3,0	5,3	3,5	2,5	0,8	3,6	

Berechnung eines Schwellenwertes zur Betrachtung von Standortmittelwerten

STABW aller transformierten Werte	0,6
Mittelwert aller Serienmittelwerte	1,3
SW	1,8
SW' (ohne Augsburg und München)	1,4

fett = berechnete Werte

fett + kursiv = neu berechneter Serien-MW

klein = Werte halber Nachweisgrenze

grau unterlegt = nach Transformationsschritten berechnete Werte

unterstrichen = zur Berechnung des Serien-MW und des SW ungeeigneter Wert

Bergerhoff : Chrom [ $\mu\text{g}/\text{m}^2\text{d}$ ]														
Serien 1996	30.11.95-24.01.96	24.01.-21.02.96	21.02.-20.03.96	20.03.-17.04.96	17.04.-15.05.96	15.05.-12.06.96	12.06.-10.07.96	10.07.-07.08.96	07.08.-04.09.96	04.09.-02.10.96	02.10.-30.10.96	30.10.-27.11.96	27.11.-25.12.96	Standortmittelwert
Wbb	1,3		1,0	1,3	1,5	1,4	1,2	1,6	1,3	1,2	0,7	1,1	0,6	1,2
Wßs	1,5	2,2	1,6	2,1	3,2	0,9	1,5	2,5	1,5	1,6	1,0	1,6	1,1	1,6
Ein		1,1	0,5	1,1	0,25	0,25	0,9	0,7	1,2	0,6	0,7	0,25	0,4	0,7
Shy		1,2	1,1	1,4	0,0	1,3	1,0	1,0	1,4	1,3	0,9	0,9	0,6	1,1
Gra	1,4	4,6	2,3	1,8	1,9	1,4	1,8	1,7	1,6	1,0	0,9	1,1	0,6	1,6
Mün		3,5	2,7	4,1	4,6	3,3	3,4	2,3	2,2	2,3	2,16	3,6	1,3	3,0
Serien-MW	1,4	2,5	1,5	2,0	2,3	1,4	1,6	1,6	1,5	1,3	0,8	1,4	0,8	

nach Transformation

STABW/Ser.	0,1	1,5	0,8	1,1	1,7	1,0	0,9	0,7	0,4	0,6	0,1	1,2	0,3
SW/Serie	1,6	7,1	4,0	5,2	7,3	4,5	4,4	3,8	2,6	3,1	1,2	4,9	1,8

Berechnung eines Schwellenwertes zur Betrachtung von Standortmittelwerten

STABW aller transformierten Werte	0,9
Mittelwert aller Serienmittelwerte	1,6
SW	2,3
SW' (ohne Augsburg und München)	1,8

Bergerhoff : Chrom [ $\mu\text{g}/\text{m}^2\text{d}$ ]														
Serien 1995					20.04.-18.05.95	18.05.-15.06.95	15.06.-13.07.95	13.07.-10.08.95	10.08.-07.09.95	07.09.-05.10.95	05.10.-02.11.95	02.11.-30.11.95		Standortmittelwert
Wbb					1,6	1,1	0,9	2,0	1,4	1,1	1,1			1,3
Wßs						2,0	3,0	2,0	1,8	1,2	1,2	1,7		1,8
Ein					1,0	1,9	1,1	1,0	1,6	1,3	1,0	0,9		1,2
Shy					1,2	1,2	1,6	1,4	1,3	1,3	0,9	1,0		1,2
Gra					1,6	1,4	1,5	1,7	1,1	1,2	0,9			1,3
Mün						2,2	2,0	2,4	1,5	2,1	3,7	2,8		2,4
Serien-MW					1,3	1,6	1,7	1,7	1,6	1,3	1,0	1,5		

nach Transformation

STABW/Ser.					0,3	0,5	0,8	0,5	0,3	0,1	0,1	0,8	
SW/Serie					2,3	3,0	4,0	3,3	2,5	1,5	1,4	3,9	

Berechnung eines Schwellenwertes zur Betrachtung von Standortmittelwerten

STABW aller transformierten Werte	0,5
Mittelwert aller Serienmittelwerte	1,5
SW	1,9
SW' (ohne Augsburg und München)	1,8

Bergerhoff : Chrom [ $\mu\text{g}/\text{m}^2\text{d}$ ]														
Serien 1994	28.12.93-26.01.94	26.01.-23.02.94	23.02.-23.03.94	23.03.-18.04.94	18.04.-18.05.94	18.05.-15.06.94	15.06.-12.07.94	12.07.-10.08.94	10.08.-07.09.94	07.09.-05.10.94	05.10.-02.11.94	02.11.-01.12.94	01.12.-29.12.94	Standortmittelwert
Ein	0,6	0,2	0,2	1,3	0,9	0,6	1,3	1,3	0,2	0,2	0,2	0,2	0,2	0,6
Shy	0,2	0,4	0,2	1,5	0,8	1,1	1,4	1,3	0,2	0,2	0,2	0,2	0,2	0,6
Gra	0,9	0,9	0,9	1,8	1,9	1,1	3,9	0,8	0,4	0,2	0,2	0,2	1,5	1,1
Mün						2,6	2,3	1,9	2,0	2,9	0,7	1,8	0,2	1,8
Serien-MW	0,6	0,5	0,4	1,5	1,2	1,4	2,2	1,3	0,7	0,9	0,3	0,6	0,5	

nach Transformation

STABW/Ser.	0,4	0,3	0,4	0,3	0,6	0,9	1,2	0,5	0,9	1,4	0,3	0,8	0,7
SW/Serie	1,7	1,5	1,7	2,3	3,0	3,9	5,8	2,7	3,3	4,9	1,1	3,0	2,5

Berechnung eines Schwellenwertes zur Betrachtung von Standortmittelwerten

STABW aller transformierten Werte	0,7
Mittelwert aller Serienmittelwerte	0,9
SW	1,5
SW' (ohne Augsburg und München)	1,1

Bergerhoff : Chrom [ $\mu\text{g}/\text{m}^2\text{d}$ ]														
Serien 1993						18.05.-16.06.93	16.06.-14.07.93	14.07.-11.08.93	11.08.-08.09.93	08.09.-06.10.93	06.10.-03.11.93	03.11.-01.12.93	01.12.-29.12.93	Standortmittelwert
Ein						0,4	1,1	0,2	0,9		1,4	0,8	0,2	0,7
Shy						0,3	1,2	0,2	0,8		1,6	0,9	0,2	0,7
Gra						1,1	1,6	0,2	1,8	0,4	2,2	0,9	0,2	1,0
Mün						5,0	2,6	2,5	3,1	1,6	1,7			2,8
Serien-MW						1,7	1,6	0,8	1,6	1,0	1,7	0,8	0,2	

nach Transformation

STABW/Ser.						2,2	0,7	1,2	1,1	0,9	0,3	0,0	0,0
SW/Serie						8,4	3,7	4,2	4,9	3,6	2,7	1,0	0,2

Berechnung eines Schwellenwertes zur Betrachtung von Standortmittelwerten

STABW aller transformierten Werte	1,0
Mittelwert aller Serienmittelwerte	1,2
SW	2,2
SW' (ohne Augsburg und München)	1,2

### Kupfer

Bergerhoff : Kupfer [µg/m²d]														
Serien 1999	27.11.98 - 27.01.99	27.01.99 - 24.02.99	24.02.99 - 24.03.99	24.03.99 - 21.04.99	21.04.99 - 19.05.99	19.05.99 - 16.06.99	16.06.99 - 14.07.99	14.07.99 - 11.08.99	11.08.99 - 08.09.99	08.09.99 - 06.10.99	06.10.99 - 03.11.99	03.11.99 - 01.12.99	01.12.99 - 29.12.99	Standort- mittelwert
Wbb	5,3	6,3	3,9	6,5	3,9	6,3	8,5	7,0	3,2	2,6	7,2	4,4	3,2	5,2
Wßs	5,3	3,1	3,2	2,7	3,6	11,4	5,4	8,0	4,0	3,7	3,8	3,4	1,1	4,5
Ein	3,6	2,5	3,0	3,0	3,3	4,8	6,2	7,6	6,2	3,1	2,1	2,7	1,9	3,9
Shy	3,5	4,4	3,8	2,7	3,5	7,1	8,9	7,8	4,9	3,4	1,9	2,7	2,2	4,4
Gra	3,4	2,7	3,0	3,9	5,0	4,6	5,7	9,4	8,4	3,9	2,7	3,2	2,7	4,5
Bid	2,7	2,3	1,9	2,7	4,9	5,2	18,5	9,1	4,9	3,8	1,8	2,2	1,8	4,8
Aug	<u>15,3</u>	8,4	5,7	6,2	5,9	10,4	15,6	10,4	10,7	<u>7,81</u>	7,0	<u>6,63</u>	<u>13,9</u>	9,5
Mün	<u>55,4</u>	<u>18,3</u>	<u>26,9</u>	<u>21,3</u>	<u>26,7</u>	<u>17,5</u>	15,4	<u>20,7</u>	14,9	<u>21</u>	<u>16,3</u>	<u>17,8</u>	<u>19,55</u>	22,4
Serien-MW	4,0	4,2	3,5	3,9	4,3	7,1	10,5	8,5	7,1	3,4	3,8	3,1	2,2	

nach Transformation														
STABW/Ser.	1,0	2,3	1,2	1,7	1,0	2,7	5,2	1,2	4,0	0,5	2,4	0,8	0,7	
SW/Serie	7,1	11,2	7,0	9,0	7,2	15,3	26,1	12,1	19,1	5,0	10,9	5,3	4,4	

Berechnung eines Schwellenwertes zur Betrachtung von Standortmittelwerten

STABW aller transformierten Werte	2,3
Mittelwert aller Serienmittelwerte	5,1
SW	7,0
SW' (ohne Augsburg und München)	5,8

Bergerhoff : Kupfer [µg/m²d]														
Serien 1998	26.11.97- 23.01.98	23.01.- 20.02.98	20.02.- 20.03.98	20.03.- 17.04.98	17.04.- 15.05.98	15.05.- 12.06.98	12.06.- 10.07.98	10.07.- 07.08.98	07.08.- 04.09.98	04.09.- 02.10.98	02.10.- 30.10.98	30.10.- 27.11.98	27.11.- 23.12.98	Standort- mittelwert
Wbb		0,3	8,5	3,5	6,0	6,8	3,6	6,5	3,0	5,4	<u>10,9</u>	4,4	2,6	5,1
Wßs	1,7	2,1	4,4	3,0	3,8	4,3	3,4	4,7	4,1	3,4	2,9	3,3	2,6	3,4
Ein	1,7	2,4	2,9	2,2	9,4	3,4	5,4	8,4	<u>24,5</u>	3,7	2,2	2,9	1,8	5,5
Shy	2,0	1,7	3,3	2,8	2,2	3,4	7,6	6,0	10,1	4,3	2,8	1,9	1,8	3,8
Gra	3,3	1,8	5,8	3,9	4,7	6,6	5,5	6,3	2,1	4,2	2,3	5,0	1,7	4,1
Bid				3,3	4,0	4,5	4,3	2,0	3,0	1,6	1,6	1,4	2,8	
Aug							11,0	7,9	10,5	<u>6,57</u>	6,8	<u>7,65</u>	8,4	
Mün	17,0	<u>24,2</u>	20,1	<u>18,8</u>	<u>22,2</u>	<u>15,8</u>	<u>13,1</u>	<u>15,2</u>	9,7	10,9	<u>17,1</u>		<u>27,7</u>	17,6
Serien-MW	5,1	1,7	7,5	3,1	4,9	4,8	5,0	6,7	5,6	5,7	2,4	3,7	2,0	

nach Transformation														
STABW/Ser.	6,6	0,8	6,5	0,6	2,6	1,6	1,5	2,3	3,6	3,2	0,5	1,8	0,5	
SW/Serie	25,1	4,1	27,0	5,0	12,6	9,4	9,6	13,7	16,3	15,2	4,0	9,2	3,6	

Berechnung eines Schwellenwertes zur Betrachtung von Standortmittelwerten

STABW aller transformierten Werte	2,9
Mittelwert aller Serienmittelwerte	4,5
SW	6,9
SW' (ohne Augsburg und München)	5,0

Bergerhoff : Kupfer [µg/m²d]														
Serien 1997	27.11.96- 22.01.97	22.01.- 19.02.97	19.02.- 19.03.97	19.03.- 16.04.97	16.04.- 14.05.97	14.05.- 11.06.97	11.06.- 09.07.97	09.07.- 06.08.97	06.08.- 03.09.97	03.09.- 01.10.97	01.10.- 29.10.97	29.10.- 26.11.97	26.11.- 24.12.97	Standort- mittelwert
Wbb	3,1	4,0	3,2	7,8	2,7	2,4	3,8	4,7	2,1	3,7	6,7	2,0		3,9
Wßs	1,9	5,6	3,1	3,3	4,0	2,6	2,7	7,3	2,4	5,7	2,5	1,7	1,7	3,4
Ein	1,5	2,5	4,1	2,4	2,3	3,3	4,2	11,6	15,7	4,6	2,6	1,6	1,7	4,5
Shy	2,8	2,1	2,9	2,5	3,3	3,0	5,4	6,2	6,7	4,2	2,7	5,8	2,0	3,8
Gra	1,9	2,5	6,0	9,0	3,4	3,5	4,4		2,5	4,2	5,9	2,2	3,3	4,1
Mün	<u>8,85</u>	<u>21,7</u>	<u>35,1</u>	24,4	<u>23,7</u>	<u>9,7</u>	<u>12,8</u>	16,8	12,0	<u>15,9</u>	15,3	<u>18</u>	17,0	17,8
Serien-MW	2,2	3,3	3,9	8,2	3,1	3,0	4,1	9,3	6,9	4,5	6,0	2,7	5,1	

nach Transformation														
STABW/Ser.	0,7	1,5	1,3	8,4	0,7	0,5	1,0	4,9	5,8	0,8	4,9	1,8	6,6	
SW/Serie	4,3	7,7	7,7	33,5	5,1	4,3	7,0	24,0	24,2	6,7	20,7	8,0	25,1	

Berechnung eines Schwellenwertes zur Betrachtung von Standortmittelwerten

STABW aller transformierten Werte	3,8
Mittelwert aller Serienmittelwerte	4,8
SW	7,9
SW' (ohne Augsburg und München)	5,6

fett = berechnete Werte

fett + kursiv = neu berechneter Serien-MW

klein = Werte halber Nachweisgrenze

grau unterlegt = nach Transformationsschritten berechnete Werte

unterstrichen = zur Berechnung des Serien-MW und des SW ungeeigneter Wert

Bergerhoff : Kupfer [ $\mu\text{g}/\text{m}^2\text{d}$ ]														
Serien 1996	30.11.95-24.01.96	24.01.-21.02.96	21.02.-20.03.96	20.03.-17.04.96	17.04.-15.05.96	15.05.-12.06.96	12.06.-10.07.96	10.07.-07.08.96	07.08.-04.09.96	04.09.-02.10.96	02.10.-30.10.96	30.10.-27.11.96	27.11.-25.12.96	Standortmittelwert
Wbb	3,7		2,6	5,7	2,3	3,4	4,6	5,4	3,7	3,9	3,0	3,1	3,1	3,7
Wßs	2,1	6,2	3,1	4,4	5,0	5,1	5,7	9,2	3,0	3,0	3,0	3,0	1,9	4,1
Ein		2,6	2,0	4,2	1,5	3,7	16,2	6,9	10,9	2,7	4,5	2,1	1,5	4,9
Shy		2,5	2,5	5,5	4,1	4,0	4,8	15,6	9,5	4,1	3,0	3,1	2,8	5,1
Gra	4,1	2,6	4,2	7,1	7,2	7,3	7,8	5,5	5,8	4,1	3,0	2,2	1,9	4,7
Mün		16,4	13	23,2	27	23,2	21,5	12,6	11,4	19	16,6	29	8,85	18,5
Serien-MW	3,3	6,1	2,9	5,4	4,0	4,7	10,1	9,2	7,4	3,6	3,3	2,7	2,2	

nach Transformation

STABW/Ser.	1,1	6,0	0,8	1,2	2,2	1,6	7,1	4,1	3,7	0,7	0,7	0,5	0,7
SW/Serie	6,5	24,0	5,4	8,9	10,8	9,5	31,3	21,6	18,5	5,6	5,3	4,2	4,3

Berechnung eines Schwellenwertes zur Betrachtung von Standortmittelwerten

STABW aller transformierten Werte	3,0
Mittelwert aller Serienmittelwerte	5,0
SW	7,5
SW' (ohne Augsburg und München)	6,2

Bergerhoff : Kupfer [ $\mu\text{g}/\text{m}^2\text{d}$ ]														
Serien 1995					20.04.-18.05.95	18.05.-15.06.95	15.06.-13.07.95	13.07.-10.08.95	10.08.-07.09.95	07.09.-05.10.95	05.10.-02.11.95	02.11.-30.11.95		Standortmittelwert
Wbb					4,6	3,8	3,6		9,1	4,3	3,6	15,9		6,4
Wßs						6,5	4,6	7,0	7,4	2,8	2,0	6,2		5,1
Ein					2,9	6,2	4,6	5,1	8,1	3,9	1,6	2,0		4,3
Shy					4,2	4,4	6,3	9,1	5,0	3,5	2,0	2,4		4,6
Gra					5,9	4,8	4,9	5,9	6,3	9,6	3,3			5,8
Mün						14,3	10,3	16,1	9,0	14,9	15,2	16,9		13,8
Serien-MW					4,4	5,1	5,7	8,6	7,5	6,5	2,5	8,7		

nach Transformation

STABW/Ser.					1,2	1,2	2,4	4,4	1,6	4,8	0,9	7,2	
SW/Serie					8,1	8,6	12,9	21,9	12,3	20,9	5,2	30,4	

Berechnung eines Schwellenwertes zur Betrachtung von Standortmittelwerten

STABW aller transformierten Werte	3,3
Mittelwert aller Serienmittelwerte	6,1
SW	9,7
SW' (ohne Augsburg und München)	7,7

Bergerhoff : Kupfer [ $\mu\text{g}/\text{m}^2\text{d}$ ]														
Serien 1994	28.12.93-26.01.94	26.01.-23.02.94	23.02.-23.03.94	23.03.-18.04.94	18.04.-18.05.94	18.05.-15.06.94	15.06.-12.07.94	12.07.-10.08.94	10.08.-07.09.94	07.09.-05.10.94	05.10.-02.11.94	02.11.-01.12.94	01.12.-29.12.94	Standortmittelwert
Ein	6,4	2,7	2,8	4,5	4,9	2,9	8,9	7,2	8,2	3,8	4,1	2,3	1,7	4,6
Shy	6,3	3,5	3,0	8,0	3,8	4,8	8,1	9,9	6,1	3,1	2,3	2,5	1,7	4,9
Gra	4,5	2,5	4,2	4,1	6,3	5,9	11,6	3,7	7,7	3,4	2,1	2,1	1,8	4,6
Mün						17,0	17,3	14,0	14,9	13,6	18,2	25,2	22,6	17,9
Serien-MW	5,7	2,9	3,3	5,5	5,0	7,7	11,5	8,7	9,2	6,0	6,7	8,0	7,0	

nach Transformation

STABW/Ser.	1,1	0,5	0,8	2,1	1,3	6,4	4,2	4,4	3,9	5,1	7,7	11,5	10,4
SW/Serie	8,9	4,5	5,6	12,0	8,8	26,7	24,0	21,8	20,9	21,2	29,9	42,4	38,3

Berechnung eines Schwellenwertes zur Betrachtung von Standortmittelwerten

STABW aller transformierten Werte	5,3
Mittelwert aller Serienmittelwerte	6,7
SW	11,1
SW' (ohne Augsburg und München)	5,7

Bergerhoff : Kupfer [ $\mu\text{g}/\text{m}^2\text{d}$ ]														
Serien 1993						18.05.-16.06.93	16.06.-14.07.93	14.07.-11.08.93	11.08.-08.09.93	08.09.-06.10.93	06.10.-03.11.93	03.11.-01.12.93	01.12.-29.12.93	Standortmittelwert
Ein						2,8	9,3	11,1	7,3		2,9	2,1	8,5	6,3
Shy						3,7	10,5	7,0	5,4		3,4	2,8	1,7	4,9
Gra						4,2	6,6	4,7	7,0	3,1	3,9	5,0	6,2	5,1
Mün						44,7	20,2	23,2	19,1	17,8	12,2			22,9
Serien-MW						13,9	11,7	11,5	9,7	10,5	5,6	3,3	5,5	

nach Transformation

STABW/Ser.						20,6	5,9	8,2	6,3	10,4	4,4	1,5	3,5
SW/Serie						75,6	29,4	36,2	28,7	41,6	18,9	7,8	15,8

Berechnung eines Schwellenwertes zur Betrachtung von Standortmittelwerten

STABW aller transformierten Werte	8,4
Mittelwert aller Serienmittelwerte	8,9
SW	17,8
SW' (ohne Augsburg und München)	7,5

**Eisen**

Bergerhoff : Eisen [µg/m²d]														
Serien 1999	27.11.98 - 27.01.99	27.01.99 - 24.02.99	24.02.99 - 24.03.99	24.03.99 - 21.04.99	21.04.99 - 19.05.99	19.05.99 - 16.06.99	16.06.99 - 14.07.99	14.07.99 - 11.08.99	11.08.99 - 08.09.99	08.09.99 - 06.10.99	06.10.99 - 03.11.99	03.11.99 - 01.12.99	01.12.99 - 29.12.99	Standort- mittelwert
Wbb	319	208	235	272	500	206	208	136	273	89	365	124	106	234
Wßs	287	126	161	185	465	531	444	360	312	318	285	130	72	283
Ein	161	92	217	151	335	411	259	184	294	271	277	58	66	213
Shy	201	92	154	164	256	562	<u>1338</u>	275	300	335	383	75	93	325
Gra	167	89	161	183	208	416	262	385	286	210	457	87	73	230
Bid	141	72	107	143	<u>1450</u>	432	156	156	<u>487</u>	158	561	43	34	303
Aug	<u>689</u>	249	<u>409</u>	305	323	725	347	243	304	289	883	218	<u>254</u>	403
Mün	<u>1991</u>	<u>701</u>	<u>1332</u>	<u>842</u>	542	744	596	<u>736</u>	<u>628</u>	<u>704</u>	1010	<u>569</u>	<u>677</u>	852
Serien-MW	<u>213</u>	<u>132</u>	<u>173</u>	<u>200</u>	<u>376</u>	<u>503</u>	<u>325</u>	<u>248</u>	<u>295</u>	<u>239</u>	<u>528</u>	<u>105</u>	<u>74</u>	

nach Transformation

STABW/Ser.	73	69	46	63	128	178	152	98	14	90	276	59	72
SW/Serie	433	338	312	389	759	1036	781	541	336	509	1356	283	289

Berechnung eines Schwellenwertes zur Betrachtung von Standortmittelwerten

STABW aller transformierten Werte	118
Mittelwert aller Serienmittelwerte	262
SW	361
SW' (ohne Augsburg und München)	288

Bergerhoff : Eisen [µg/m²d]														
Serien 1998	26.11.97- 23.01.98	23.01.- 20.02.98	20.02.- 20.03.98	20.03.- 17.04.98	17.04.- 15.05.98	15.05.- 12.06.98	12.06.- 10.07.98	10.07.- 07.08.98	07.08.- 04.09.98	04.09.- 02.10.98	02.10.- 30.10.98	30.10.- 27.11.98	27.11.- 23.12.98	Standort- mittelwert
Wbb		24	1232	246	250	171	351	249	367	309	214	193	160	314
Wßs	148	175	922	193	362	443	269	342	728	291	228	219	144	343
Ein	63	109	210	168	210	301	307	463	349	341	181	164	81	227
Shy	68	92	333	124	169	450	1143	351	321	400	146	110	101	293
Gra	116	160	582	190	173	528	1112	523	203	308	183	622	84	368
Bid				308	451	593	364	138	381	89	106	71		278
Aug							<u>2107</u>	1083	578	262	282	<u>344,5</u>		776
Mün	656	<u>907</u>	1077	<u>883</u>	<u>711</u>	852	897	<u>795</u>	954	482	<u>733</u>	684	<u>995,5</u>	817
Serien-MW	210	112	726	184	245	457	667	382	518	386	186	298	106	

nach Transformation

STABW/Ser.	252	60	415	44	77	211	381	97	356	100	57	227	37
SW/Serie	965	292	1970	317	477	1090	1810	673	1586	685	357	979	216

Berechnung eines Schwellenwertes zur Betrachtung von Standortmittelwerten

STABW aller transformierten Werte	211
Mittelwert aller Serienmittelwerte	344
SW	520
SW' (ohne Augsburg und München)	432

Bergerhoff : Eisen [µg/m²d]														
Serien 1997	27.11.96- 22.01.97	22.01.- 19.02.97	19.02.- 19.03.97	19.03.- 16.04.97	16.04.- 14.05.97	14.05.- 11.06.97	11.06.- 09.07.97	09.07.- 06.08.97	06.08.- 03.09.97	03.09.- 01.10.97	01.10.- 29.10.97	29.10.- 26.11.97	26.11.- 24.12.97	Standort- mittelwert
Wbb	92	881	248	471	200	200	172	166	178	270	329	98		275
Wßs	209	377	314	322	342	440	253	235	302	368	192	164	148	282
Ein	64	143	418	235	274	156	247	289	339	365	130	76	63	215
Shy	94	148	448	240	262	235	325	182	388	409	157	96	68	235
Gra	88	115	732	647	308	246	318		130	190	232	87	116	267
Mün	240	1123	1818	1183	<u>952</u>	570	610	650	<u>2093</u>	<u>1034</u>	515		656	954
Serien-MW	131	465	663	516	277	308	321	304	267	320	259	104	210	

nach Transformation

STABW/Ser.	74	434	590	362	53	161	152	199	109	89	143	35	252
SW/Serie	353	1766	2432	1604	437	792	777	902	595	587	689	208	965

Berechnung eines Schwellenwertes SW zur Betrachtung v. Standortmittelwerten

STABW aller transformierten Werte	244
Mittelwert aller Serienmittelwerte	319
SW	522
SW' (ohne Augsburg und München)	351

fett = berechnete Werte

fett + kursiv = neu berechneter Serien-MW

klein = Werte halber Nachweisgrenze

grau unterlegt = nach Transformationsschritten berechnete Werte

unterstrichen = zur Berechnung des Serien-MW und des SW ungeeigneter Wert

Bergerhoff : Eisen [µg/m²d]														
Serien 1996	30.11.95-24.01.96	24.01.-21.02.96	21.02.-20.03.96	20.03.-17.04.96	17.04.-15.05.96	15.05.-12.06.96	12.06.-10.07.96	10.07.-07.08.96	07.08.-04.09.96	04.09.-02.10.96	02.10.-30.10.96	30.10.-27.11.96	27.11.-25.12.96	Standort-mittelwert
Wbb	201		149	181	223	212	172	449	135	170	124	155	92	189
Wßs	168	464	210	249	553	289	311	990	267	229	140	214	209	324
Ein		93	206	273	60	151	225	351	278	186	158	121	64	180
Shy		116	177	383	841	288	130	208	219	122	160	113	94	238
Gra	147	308	286	318	434	342	347	501	229	146	113	132	88	255
Mün		588	572	907	1063	636	719	598	429	448	499	1140	240	653
Serien-MW	172	314	267	281	529	320	317	516	260	217	139	147	131	

nach Transformation

STABW/Ser.	27	216	156	76	376	169	213	268	97	119	21	41	74
SW/Serie	253	960	736	508	1656	826	957	1319	551	574	201	269	353

Berechnung eines Schwellenwertes zur Betrachtung von Standortmittelwerten

STABW aller transformierten Werte	166
Mittelwert aller Serienmittelwerte	278
SW	415
SW' (ohne Augsburg und München)	339

Bergerhoff : Eisen [µg/m²d]														
Serien 1995					20.04.-18.05.95	18.05.-15.06.95	15.06.-13.07.95	13.07.-10.08.95	10.08.-07.09.95	07.09.-05.10.95	05.10.-02.11.95	02.11.-30.11.95		Standort-mittelwert
Wbb					364	242	219		533	305	227	356		321
Wßs						442	236	825	663	207	209	324		407
Ein					201	276	232	256	642	319	126	218		284
Shy					434	317	596	494	328	189	156	295		351
Gra					228	223	322	496	153	246	210			268
Mün						527	588	64	325	513	1862	1194		725
Serien-MW					307	338	366	427	441	297	186	477		

nach Transformation

STABW/Ser.					111	121	179	287	204	118	43	403,8	
SW/Serie					639	701	903	1287	1052	650	314	1688,9	

Berechnung eines Schwellenwertes zur Betrachtung von Standortmittelwerten

STABW aller transformierten Werte	191
Mittelwert aller Serienmittelwerte	355
SW	557
SW' (ohne Augsburg und München)	462

Bergerhoff : Eisen [µg/m²d]														
Serien 1994	26.01.94	23.02.94	23.03.94	18.04.94	18.05.94	15.06.94	12.07.94	10.08.94	07.09.94	05.10.94	02.11.94	01.12.94	29.12.94	Standort-mittelwert
Ein														
Shy														
Gra														
Mün														
Serien-MW														

nach Transformation

STABW/Ser.													
SW/Serie													

Berechnung eines Schwellenwertes zur Betrachtung von Standortmittelwerten

STABW aller transformierten Werte	
Mittelwert aller Serienmittelwerte	
SW	
SW' (ohne Augsburg und München)	

Bergerhoff : Eisen (µg/m²d)														
Serien 1993						18.05.-16.06.93	16.06.-14.07.93	14.07.-11.08.93	11.08.-08.09.93	08.09.-06.10.93	06.10.-03.11.93	03.11.-01.12.93	01.12.-29.12.93	Standort-mittelwert
Ein						88	407	309	541		216	166	131	265
Shy						91	464	325	435		155	158	140	253
Gra						155	687	343	882	155	231	123	74	331
Mün						1251	665	927	1135	372	252			767
Serien-MW						396	556	476	748	264	214	149	115	

nach Transformation

STABW/Ser.						571	141	301	321	153	42	23	36
SW/Serie						2108	979	1379	1710	724	339	218	222

Berechnung eines Schwellenwertes zur Betrachtung von Standortmittelwerten

STABW aller transformierten Werte	247
Mittelwert aller Serienmittelwerte	365
SW	627
SW' (ohne Augsburg und München)	394

# Mangan

Bergerhoff : Mangan [ $\mu\text{g}/\text{m}^2\text{d}$ ]														
Serien 1999	27.11.98 - 27.01.99	27.01.99 - 24.02.99	24.02.99 - 24.03.99	24.03.99 - 21.04.99	21.04.99 - 19.05.99	19.05.99 - 16.06.99	16.06.99 - 14.07.99	14.07.99 - 11.08.99	11.08.99 - 08.09.99	08.09.99 - 06.10.99	06.10.99 - 03.11.99	03.11.99 - 01.12.99	01.12.99 - 29.12.99	Standort-mittelwert
Wbb	9,4	<u>55,2</u>	8,2	<u>11,6</u>	20,0	7,6	<u>98,5</u>	6,2	12,1	8,2	76,5	6,2	7,2	<b>25,1</b>
Wbs	10,2	4,2	5,2	5,9	13,4	<u>102</u>	13,7	10,3	9,1	7,6	18,3	10,1	1,1	<b>16,2</b>
Ein	6,0	3,9	10,3	5,5	10,8	13,0	10,2	7,0	10,1	10,6	6,9	2,9	3,9	<b>7,8</b>
Shy	36,4	4,3	7,2	6,8	36,6	21,4	<u>37,4</u>	<u>51,5</u>	15,7	<u>22,1</u>	10,1	6,5	<u>173</u>	<b>33,0</b>
Gra	8,8	2,9	5,7	7,1	9,0	11,1	10,6	10,9	<u>59,8</u>	12,1	10,6	3,5	4,6	<b>12,1</b>
Bid	4,9	2,5	3,4	4,5	35,7	14,3	12,4	6,1	13,2	5,2	10,6	1,8	2,2	<b>9,0</b>
Aug	13,5	6,8	8,4	8,0	10,0	20,8	21,2	10,2	<u>34,6</u>	11,1	74,5	6,5	8,8	<b>18,0</b>
Mün	31,1	10,3	<u>22,5</u>	<u>15,7</u>	49,1	25,2	12,1	<u>19,5</u>	13,1	14,7	22,1	10,8	14,4	<b>20,0</b>
Serien-MW	15,0	5,0	6,9	6,3	23,1	16,2	13,4	8,4	12,2	9,9	28,7	6,0	6,0	

nach Transformation														
STABW/Ser.	11,9	2,7	2,3	1,2	15,3	6,4	4,0	2,3	2,4	3,2	29,3	3,2	4,6	
SW/Serie	50,8	13,1	13,8	10,0	69,0	35,3	25,5	15,2	19,4	19,4	116,6	15,8	19,7	

Berechnung eines Schwellenwertes zur Betrachtung von Standortmittelwerten

STABW aller transformierten Werte	10,2
Mittelwert aller Serienmittelwerte	12,1
SW	20,6
SW' (ohne Augsburg und München)	19,1

Bergerhoff : Mangan [ $\mu\text{g}/\text{m}^2\text{d}$ ]														
Serien 1998	26.11.97- 23.01.98	23.01.- 20.02.98	20.02.- 20.03.98	20.03.- 17.04.98	17.04.- 15.05.98	15.05.- 12.06.98	12.06.- 10.07.98	10.07.- 07.08.98	07.08.- 04.09.98	04.09.- 02.10.98	02.10.- 30.10.98	30.10.- 27.11.98	27.11.- 23.12.98	Standort-mittelwert
Wbb		0,3	64,4	10,3	20,4	15,0	17,6	<u>156</u>	16,2	19,1	13,9	14,0	4,7	<b>29,3</b>
Wbs	17,4	14,4	32,7	24,9	22,6	51,1	14,4	16,5	28,6	9,8	9,3	8,2	5,1	<b>19,6</b>
Ein	4,3	4,2	8,2	6,6	14,1	18,6	11,2	24,8	17,3	13,2	9,1	6,7	3,0	<b>10,9</b>
Shy	36,1	6,8	16,8	22,4	17,8	40,4	47,1	14,2	18,1	<u>57,6</u>	<u>63,8</u>	8,4	18,2	<b>28,3</b>
Gra	3,4	4,1	17,3	7,4	12,6	23,5	34,3	17,6	5,7	11,2	3,5	7,1	4,4	<b>11,7</b>
Bid					22,3	17,4	17,2	13,4	6,3	12,5	3,3	5,0	2,4	<b>11,1</b>
Aug								<u>102</u>	<u>50,8</u>	15,2	9,7	8,8	6,8	<b>32,2</b>
Mün	12,3	17,6	25,0	21,1	33,5	26,9	22,2	22,6	25,4	10,6	21,7	12,3	15,6	<b>20,5</b>
Serien-MW	14,7	7,9	27,4	15,4	20,5	27,6	23,4	18,2	16,8	13,1	10,1	8,8	7,5	

nach Transformation														
STABW/Ser.	13,3	6,7	19,9	8,2	6,9	13,4	12,8	4,6	8,6	3,2	6,3	3,0	6,0	
SW/Serie	54,5	28,0	87,2	40,2	41,2	67,8	61,8	31,9	42,7	22,7	29,1	17,7	25,4	

Berechnung eines Schwellenwertes zur Betrachtung von Standortmittelwerten

STABW aller transformierten Werte	8,9
Mittelwert aller Serienmittelwerte	16,3
SW	23,6
SW' (ohne Augsburg und München)	23

Bergerhoff : Mangan [ $\mu\text{g}/\text{m}^2\text{d}$ ]														
Serien 1997	27.11.96- 22.01.97	22.01.- 19.02.97	19.02.- 19.03.97	19.03.- 16.04.97	16.04.- 14.05.97	14.05.- 11.06.97	11.06.- 09.07.97	09.07.- 06.08.97	06.08.- 03.09.97	03.09.- 01.10.97	01.10.- 29.10.97	29.10.- 26.11.97	26.11.- 24.12.97	Standort-mittelwert
Wbb	5,5	30,9	13,1	19,5	23,1	19,7	17,7	39,2	10,1	12,4	19,9	15,8		<b>18,9</b>
Wbs	4,2	27,2	10,9	14,3	15,5	20,1	14,3	49,6	17,6	13,7	10,5	12,5	17,4	<b>17,5</b>
Ein	3,3	6,4	14,7	13,0	10,0	10,4	10,0	18,9	18,9	22,1	6,8	4,2	4,3	<b>11,0</b>
Shy	<u>34</u>	97,5	15,0	14,6	32,1	<u>93,4</u>	18,7	20,3	67,7	52,3	14,2		36,1	<b>41,3</b>
Gra	3,2	5,0	24,8	31,5	16,2	16,0	15,4		10,6	21,1	24,0	6,3	3,4	<b>14,8</b>
Mün	7,1	29,5	45,7	37,9	29,3	17,8	16,0	24,2	82,8	37,5	12,7	72,5	12,3	<b>32,7</b>
Serien-MW	4,6	32,8	20,7	21,8	21,0	16,8	15,4	30,4	34,6	26,5	14,7	22,3	14,7	

nach Transformation														
STABW/Ser.	1,7	33,8	13,1	10,4	8,6	3,9	3,1	13,4	32,0	15,5	6,3	28,5	13,3	
SW/Serie	9,6	134,1	60,1	53,1	46,9	28,6	24,5	70,7	130,7	73,0	33,6	107,7	54,5	

Berechnung eines Schwellenwertes zur Betrachtung von Standortmittelwerten

STABW aller transformierten Werte	16,2
Mittelwert aller Serienmittelwerte	21,3
SW	34,7
SW' (ohne Augsburg und München)	34

**fett = berechnete Werte**

**fett + kursiv = neu berechneter Serien-MW**

klein = Werte halber Nachweisgrenze

grau unterlegt = nach Transformationsschritten berechnete Werte

unterstrichen = zur Berechnung des Serien-MW und des SW ungeeigneter Wert

Bergerhoff : Mangan [ $\mu\text{g}/\text{m}^2\text{d}$ ]														
Serien 1996	30.11.95- 24.01.96	24.01.- 21.02.96	21.02.- 20.03.96	20.03.- 17.04.96	17.04.- 15.05.96	15.05.- 12.06.96	12.06.- 10.07.96	10.07.- 07.08.96	07.08.- 04.09.96	04.09.- 02.10.96	02.10.- 30.10.96	30.10.- 27.11.96	27.11.- 25.12.96	Standort- mittelwert
Wbb	9,5		3,9	9,0	5,0	13,6	12,5	13,1	15,3	9,4	5,8	13,2	5,5	9,6
WBS	10,7	23,7	40	10,2	17,2	21,9	12,2	26,3	8,5	8,9	6,1	23,0	4,2	16,0
Ein		3,5	3,6	7,9	131,0	6,7	9,9	14,7	10,5	7,3	6,3	4,6	3,3	17,4
Shy		6,7	5,0	87	11,1	18,7	14,1	54,7	117	36,4	8,8	90,2	34	40,3
Gra	6,1	3,7	9,5	11,9	202,0	16,7	18,0	21,1	11,9	7,7	5,9	4,4	3,2	24,5
Mün		13,5	12,1	24,3	33,2	23,7	20,2	15,8	12,7	19,4	14,3	30,2	7,1	18,9
Serien-MW	8,8	10,2	6,8	12,6	66,6	16,9	14,5	24,3	11,8	14,9	7,9	27,6	4,6	

nach Transformation

STABW/Ser.	2,4	8,6	3,8	6,7	81,1	6,2	3,9	15,7	2,5	11,5	3,3	32,3	1,7
SW/Serie	15,9	35,9	18,1	32,7	310,0	35,3	26,1	71,3	19,4	49,3	17,9	124,6	9,6

Berechnung eines Schwellenwertes zur Betrachtung von Standortmittelwerten

STABW aller transformierten Werte	24,4
Mittelwert aller Serienmittelwerte	17,5
SW	37,8
SW' (ohne Augsburg und München)	46

Bergerhoff : Mangan [ $\mu\text{g}/\text{m}^2\text{d}$ ]														
Serien 1995					20.04.- 18.05.95	18.05.- 15.06.95	15.06.- 13.07.95	13.07.- 10.08.95	10.08.- 07.09.95	07.09.- 05.10.95	05.10.- 02.11.95	02.11.- 30.11.95		Standort- mittelwert
Wbb					23,8	16,5	28,3		38,7	10,3	5,6	104,0		32,5
WBS						24,1	25,6	25,3	12,6	8,1	15,8	16,4		24,3
Ein					12,0	12,2	10,5	12,4	20,8	18,3	5,0	4,3		11,9
Shy					142,0	21,1	48,4	265,0	61,8	7,3	7,0	21,1		71,7
Gra					14,3	11,6	20,1	14,7	15,7	19,6	5,0			14,4
Mün						18,3	17,7	20,3	8,4	11,2	61,2	36,5		24,8
Serien-MW					48,0	17,3	25,1	67,5	26,3	12,5	7,7	36,5		

nach Transformation

STABW/Ser.					62,9	4,9	13,0	110,5	20,3	5,2	4,6	39,5	
SW/Serie					236,6	32,0	64,1	399,0	87,3	28,2	21,5	154,9	

Berechnung eines Schwellenwertes zur Betrachtung von Standortmittelwerten

STABW aller transformierten Werte	40,9
Mittelwert aller Serienmittelwerte	30,1
SW	73,5
SW' (ohne Augsburg und München)	50

Bergerhoff : Mangan [ $\mu\text{g}/\text{m}^2\text{d}$ ]														
Serien 1994	28.12.93- 26.01.94	26.01.- 23.02.94	23.02.- 23.03.94	23.03.- 18.04.94	18.04.- 18.05.94	18.05.- 15.06.94	15.06.- 12.07.94	12.07.- 10.08.94	10.08.- 07.09.94	07.09.- 05.10.94	05.10.- 02.11.94	02.11.- 01.12.94	01.12.- 29.12.94	Standort- mittelwert
Ein	6,8	6,2	5,7	5,7	18,8	10,6	18,0	20,4	14,3	11,2	8,6	6,4	4,1	10,5
Shy	4,1	6,5	6,6	10,1	17,3	21,8	25,2	41,9	35,2	11,0	13,6	46,4	5,3	18,8
Gra	7,4	4,7	11,7	12,7	23,5	17,0	104,0	12,0	29,0	9,7	4,6	6,3	2,7	18,9
Mün						23,9	22,7	20,2	19,7	13,4	12,5	20,7	14,1	18,4
Serien-MW	6,1	5,8	8,0	9,5	19,9	18,3	42,5	23,6	24,6	11,3	9,8	20,0	6,6	

nach Transformation

STABW/Ser.	1,8	1,0	3,2	3,5	3,2	5,9	41,1	12,8	9,3	1,5	4,1	18,9	5,1
SW/Serie	11,4	8,7	17,7	20,1	29,6	36,0	165,9	62,0	52,6	15,9	22,1	76,6	22,0

Berechnung eines Schwellenwertes zur Betrachtung von Standortmittelwerten

STABW aller transformierten Werte	12,5
Mittelwert aller Serienmittelwerte	15,8
SW	26,3
SW' (ohne Augsburg und München)	27

Bergerhoff : Mangan [ $\mu\text{g}/\text{m}^2\text{d}$ ]														
Serien 1993						18.05.- 16.06.93	16.06.- 14.07.93	14.07.- 11.08.93	11.08.- 08.09.93	08.09.- 06.10.93	06.10.- 03.11.93	03.11.- 01.12.93	01.12.- 29.12.93	Standort- mittelwert
Ein						3,6	18,3	13,6	21,9		8,7	5,4	6,4	11,1
Shy						4,3	23,0	16,6	18,3		6,3	7,7	6,7	11,8
Gra						6,0	29,3	13,3	30,7	7,3	7,7	4,4	2,4	12,6
Mün						27,8	25,4	30,0	32,9	10,4	8,7			22,5
Serien-MW						10,4	24,0	18,4	26,0	8,9	7,9	5,8	5,2	

nach Transformation

STABW/Ser.						11,6	4,6	7,9	7,0	2,2	1,1	1,7	2,4
SW/Serie						45,3	37,8	42,1	46,9	15,4	11,3	10,9	12,4

Berechnung eines Schwellenwertes zur Betrachtung von Standortmittelwerten

STABW aller transformierten Werte	5,5
Mittelwert aller Serienmittelwerte	13,3
SW	19,2
SW' (ohne Augsburg und München)	15

## Nickel

Bergerhoff : Nickel [ $\mu\text{g}/\text{m}^2\text{d}$ ]														
Serien 1999	27.11.98 - 27.01.99	27.01.99 - 24.02.99	24.02.99 - 24.03.99	24.03.99 - 21.04.99	21.04.99 - 19.05.99	19.05.99 - 16.06.99	16.06.99 - 14.07.99	14.07.99 - 11.08.99	11.08.99 - 08.09.99	08.09.99 - 06.10.99	06.10.99 - 03.11.99	03.11.99 - 01.12.99	01.12.99 - 29.12.99	Standort- mittelwert
Wbb	2,9	2,8	2,0	2,0	1,8	2,3	1,4	0,7	1,2	0,8	1,7	1,2	1,2	1,7
Wßs	2,3	1,8	1,4	1,1	1,5	2,1	2,1	2,8	1,3	1,1	1,3	1,1	0,4	1,6
Ein	1,8	1,3	1,6	1,0	1,6	1,6	1,6	0,8	1,1	1,0	0,8	<u>1,72</u>	0,5	1,3
Shy	1,6	1,4	1,1	0,9	2,0	1,9	2,3	1,0	1,0	0,9	0,7	0,8	0,6	1,2
Gra	1,7	1,6	1,1	1,2	1,6	1,4	1,5	1,3	1,6	1,0	1,2	0,9	0,7	1,3
Bid	1,5	1,3	0,8	1,1	2,2	2,1	1,4	0,8	1,5	1,2	1,2	0,7	0,6	1,3
Aug	2,7	1,9	1,6	2,2	1,7	2,5	1,4	0,9	0,9	1,4	2,0	1,0	1,4	1,7
Mün	<u>4,96</u>	2,7	<u>3,33</u>	2,5	<u>2,9</u>	2,4	2,2	2,4	1,7	<u>2,19</u>	2,1	<u>2,55</u>	<u>1,6</u>	2,6
Serien-MW	2,7	1,8	1,4	1,5	1,8	2,1	1,7	1,3	1,3	1,1	1,4	0,9	0,9	

nach Transformation

STABW/Ser.	0,6	0,6	0,4	0,6	0,2	0,4	0,4	0,8	0,3	0,2	0,5	0,2	0,5
SW/Serie	3,7	3,6	2,6	3,4	2,5	3,2	2,9	3,7	2,1	1,6	2,9	1,5	2,3

Berechnung eines Schwellenwertes zur Betrachtung von Standortmittelwerten

STABW aller transformierten Werte	0,4
Mittelwert aller Serienmittelwerte	1,5
SW	1,8
SW' (ohne Augsburg und München)	1,6

Bergerhoff : Nickel [ $\mu\text{g}/\text{m}^2\text{d}$ ]														
Serien 1998	26.11.97- 23.01.98	23.01.- 20.02.98	20.02.- 20.03.98	20.03.- 17.04.98	17.04.- 15.05.98	15.05.- 12.06.98	12.06.- 10.07.98	10.07.- 07.08.98	07.08.- 04.09.98	04.09.- 02.10.98	02.10.- 30.10.98	30.10.- 27.11.98	27.11.- 23.12.98	Standort- mittelwert
Wbb		0,5	3,8	1,4	2,0	1,4	1,7	1,1	1,6		3,5	1,6	1,5	1,8
Wßs	1,4	1,0	2,1	1,1	2,1	2,0	1,8	2,0	1,8		2,8	1,4	1,1	1,7
Ein	0,8	0,3	0,7	0,6	1,6	5,7	1,6	1,5	<u>4,68</u>		2,5	1,1	0,9	1,8
Shy	0,9	0,8	1,3	0,7	1,4	5,6	2,7	1,1	2,2		2,3	0,8	0,8	1,7
Gra	0,9	0,8	2,0	0,9	1,5	5,9	3,4	1,7	0,7		2,2	2,3	0,9	1,9
Bid					2,0	1,8	2,3	1,3	0,7		2,2	0,8	0,8	1,5
Aug								<u>3,75</u>	2,2		2,6	1,3	1,3	2,2
Mün	1,6	2,0	2,4	2,4	<u>4,04</u>	6,6	2,8	2,3	2,1		4,1	<u>3,47</u>	<u>2,48</u>	3,0
Serien-MW	1,1	0,9	2,0	1,2	1,8	4,2	2,3	1,6	1,6		2,8	1,3	1,0	

nach Transformation

STABW/Ser.	0,3	0,6	1,1	0,6	0,3	2,3	0,7	0,5	0,7		0,7	0,5	0,3
SW/Serie	2,2	2,7	5,3	3,1	2,7	11,0	4,4	3,0	3,6		4,8	2,8	1,9

Berechnung eines Schwellenwertes zur Betrachtung von Standortmittelwerten

STABW aller transformierten Werte	0,8
Mittelwert aller Serienmittelwerte	1,8
SW	2,5
SW' (ohne Augsburg und München)	2,3

Bergerhoff : Nickel [ $\mu\text{g}/\text{m}^2\text{d}$ ]														
Serien 1997	27.11.96- 22.01.97	22.01.- 19.02.97	19.02.- 19.03.97	19.03.- 16.04.97	16.04.- 14.05.97	14.05.- 11.06.97	11.06.- 09.07.97	09.07.- 06.08.97	06.08.- 03.09.97	03.09.- 01.10.97	01.10.- 29.10.97	29.10.- 26.11.97	26.11.- 24.12.97	Standort- mittelwert
Wbb	1,0	2,3	1,4	3,7	2,3	2,1	1,7	1,5	1,5	<u>21,7</u>	2,3	0,7		3,5
Wßs	1,5	3,4	1,4	1,8	2,9	2,0	1,9	1,8	1,6	1,9	1,4	0,9	1,4	1,8
Ein	0,6	1,7	1,6	1,3	1,2	1,2	1,9	1,5	2,0	2,0	1,0	0,8	0,8	1,4
Shy	0,6	0,8	1,2	1,2	1,8	1,3	2,0	1,6	1,9	1,8	1,0	0,6	0,9	1,3
Gra	0,4	1,1	2,3	2,7	2,4	1,2	2,0		0,9	1,7	1,5	0,5	0,9	1,5
Mün	0,9	3,0	4,5	4,0	5,2	3,2	2,6	2,6	4,1	4,7	1,7	<u>4</u>	1,6	3,2
Serien-MW	0,8	2,0	2,1	2,5	2,6	1,8	2,0	1,8	2,0	2,4	1,5	0,7	1,1	

nach Transformation

STABW/Ser.	0,4	1,0	1,3	1,2	1,4	0,8	0,3	0,5	1,1	1,3	0,5	0,2	0,3
SW/Serie	2,0	5,2	5,8	6,1	6,8	4,2	2,9	3,2	5,3	6,3	3,0	1,2	2,2

Berechnung eines Schwellenwertes zur Betrachtung von Standortmittelwerten

STABW aller transformierten Werte	0,8
Mittelwert aller Serienmittelwerte	1,8
SW	2,5
SW' (ohne Augsburg und München)	2,0

fett = berechnete Werte

fett + kursiv = neu berechneter Serien-MW

klein = Werte halber Nachweisgrenze

grau unterlegt = nach Transformationschritten berechnete Werte

unterstrichen = zur Berechnung des Serien-MW und des SW ungeeigneter Wert

Bergerhoff : Nickel [ $\mu\text{g}/\text{m}^2\text{d}$ ]														
Serien 1996	30.11.95- 24.01.96	24.01.- 21.02.96	21.02.- 20.03.96	20.03.- 17.04.96	17.04.- 15.05.96	15.05.- 12.06.96	12.06.- 10.07.96	10.07.- 07.08.96	07.08.- 04.09.96	04.09.- 02.10.96	02.10.- 30.10.96	30.10.- 27.11.96	27.11.- 25.12.96	Standort- mittelwert
Wbb	1,6		1,1	1,8	0,8	1,2	1,2	1,9	1,1	1,3	1,0	1,1	1,0	1,3
Wßs	1,3	2,8	3,1	1,7	1,9	2,5	1,9	3,4	2,3	1,5	1,3	1,2	1,5	2,0
Ein		1,1	0,8	1,2	0,5	0,7	1,2	1,5	1,7	0,8	1,1	0,7	0,6	1,0
Shy		1,0	1,1	1,6	1,6	1,2	1,5	2,3	1,3	0,8	1,1	1,4	0,6	1,3
Gra	2,5	2,0	2,0	1,8	2,8	1,5	1,9	1,3	1,9	1,1	1,0	0,6	0,4	1,5
Mün		2,6	2,3	3,0	4,2	3,1	3,6	2,3	2,5	2,1	3,37	2,8	0,9	2,7
Serien-MW	1,8	1,9	1,7	1,8	2,0	1,7	1,9	2,1	1,8	1,3	1,1	1,3	0,8	

## nach Transformation

STABW/Ser.	0,6	0,8	0,9	0,6	1,4	0,9	0,9	0,7	0,5	0,5	0,1	0,8	0,4	
SW/Serie	3,8	4,3	4,3	3,6	6,1	4,5	4,6	4,3	3,4	2,7	1,5	3,7	2,0	

Berechnung eines Schwellenwertes zur Betrachtung von Standortmittelwerten

STABW aller transformierten Werte	0,7
Mittelwert aller Serienmittelwerte	1,6
SW	2,2
SW' (ohne Augsburg und München)	1,8

Bergerhoff : Nickel [ $\mu\text{g}/\text{m}^2\text{d}$ ]														
Serien 1995					20.04.- 18.05.95	18.05.- 15.06.95	15.06.- 13.07.95	13.07.- 10.08.95	10.08.- 07.09.95	07.09.- 05.10.95	05.10.- 02.11.95	02.11.- 30.11.95		Standort- mittelwert
Wbb					1,2	1,0	0,9		1,7	1,2	1,0	1,0		1,1
Wßs						1,6	8,3	2,0	1,4	0,7	0,7	1,3		2,3
Ein					0,6	1,5	1,0	0,7	1,5	0,9	0,5	0,6		0,9
Shy					1,0	1,5	1,2	4,3	1,0	0,6	0,4	0,5		1,3
Gra					1,0	1,4	1,2	1,4	1,2	0,8	0,6			1,1
Mün						2,1	1,9	2,0	0,9	1,4	3,8	2,2		2,0
Serien-MW					0,9	1,5	1,2	2,1	1,3	0,9	0,6	1,1		

## nach Transformation

STABW/Ser.					0,2	0,4	0,4	1,4	0,3	0,3	0,2	0,7		
SW/Serie					1,7	2,6	2,4	6,2	2,2	1,9	1,3	3,1		

Berechnung eines Schwellenwertes zur Betrachtung von Standortmittelwerten

STABW aller transformierten Werte	0,5
Mittelwert aller Serienmittelwerte	1,2
SW	1,8
SW' (ohne Augsburg und München)	1,7

Bergerhoff : Nickel [ $\mu\text{g}/\text{m}^2\text{d}$ ]														
Serien 1994	28.12.93- 26.01.94	26.01.- 23.02.94	23.02.- 23.03.94	23.03.- 18.04.94	18.04.- 18.05.94	18.05.- 15.06.94	15.06.- 12.07.94	12.07.- 10.08.94	10.08.- 07.09.94	07.09.- 05.10.94	05.10.- 02.11.94	02.11.- 01.12.94	01.12.- 29.12.94	Standort- mittelwert
Ein	1,3	1,1	0,8	1,8	1,6	0,8	1,8	1,5	1,8	1,4	1,6	1,0	1,0	1,3
Shy	0,6	1,0	0,9	2,7	1,6	1,5	1,6	2,2	1,2	0,9	0,8	0,6	0,5	1,2
Gra	1,3	1,0	1,6	2,1	2,5	1,9	4,9	1,6	1,7	1,1	0,7	0,9	0,6	1,7
Mün						2,9	3,4	2,7	2,5	1,8	2,9	2,7	2,0	2,6
Serien-MW	1,1	1,0	1,1	2,2	1,9	1,8	2,9	2,0	1,8	1,3	1,5	1,3	1,0	

## nach Transformation

STABW/Ser.	0,4	0,1	0,4	0,5	0,5	0,9	1,5	0,6	0,5	0,4	1,0	1,0	0,7	
SW/Serie	2,2	1,2	2,4	3,6	3,5	4,4	7,6	3,7	3,4	2,5	4,6	4,2	3,1	

Berechnung eines Schwellenwertes zur Betrachtung von Standortmittelwerten

STABW aller transformierten Werte	0,7
Mittelwert aller Serienmittelwerte	1,6
SW	2,2
SW' (ohne Augsburg und München)	1,9

Bergerhoff : Nickel [ $\mu\text{g}/\text{m}^2\text{d}$ ]														
Serien 1993						18.05.- 16.06.93	16.06.- 14.07.93	14.07.- 11.08.93	11.08.- 08.09.93	08.09.- 06.10.93	06.10.- 03.11.93	03.11.- 01.12.93	01.12.- 29.12.93	Standort- mittelwert
Ein						1,2	1,3	1,2	1,2		0,9	0,9	1,2	1,1
Shy						0,5	1,2	1,3	1,3		1,0	0,9	1,3	1,1
Gra						1,3	3,1	1,2	2,7	0,8	0,8	1,0	0,7	1,4
Mün						2,8	2,7	2,4	2,6	1,5	1,4			2,2
Serien-MW						1,5	2,1	1,5	2,0	1,1	1,0	0,9	1,1	

## nach Transformation

STABW/Ser.						1,0	1,0	0,6	0,8	0,5	0,3	0,0	0,3	
SW/Serie						4,3	5,0	3,3	4,4	2,7	1,8	1,0	2,0	

Berechnung eines Schwellenwertes zur Betrachtung von Standortmittelwerten

STABW aller transformierten Werte	0,6
Mittelwert aller Serienmittelwerte	1,4
SW	2,0
SW' (ohne Augsburg und München)	1,8

**Blei**

Bergerhoff : Blei [µg/m²d]														
Serien 1999	27.11.98 - 27.01.99	27.01.99 - 24.02.99	24.02.99 - 24.03.99	24.03.99 - 21.04.99	21.04.99 - 19.05.99	19.05.99 - 16.06.99	16.06.99 - 14.07.99	14.07.99 - 11.08.99	11.08.99 - 08.09.99	08.09.99 - 06.10.99	06.10.99 - 03.11.99	03.11.99 - 01.12.99	01.12.99 - 29.12.99	Standort-mittelwert
Wbb	11,1	<u>3,1</u>	6,6	<u>10,3</u>	4,0	3,6	5,3	3,2	4,4	4,3	<u>9,88</u>	12,2	7,1	7,3
Wbs	12,0	6,5	5,4	4,0	3,5	7,2	8,1	5,8	4,4	6,2	3,9	9,0	1,9	6,0
Ein	5,5	3,3	2,6	3,1	2,4	5,2	5,1	2,9	3,4	3,9	1,5	3,4	2,1	3,4
Shy	4,7	4,9	3,1	4,9	3,5	6,9	8,2	2,7	3,7	4,1	1,6	5,2	2,4	4,3
Gra	3,3	4,3	3,5	4,7	4,1	6,8	7,2	4,7	7,1	6,8	2,0	6,2	3,6	4,9
Bid	3,1	3,6	2,3	2,6	<u>26,4</u>	9,9	3,5	4,0	5,8	5,8	2,0	4,4	2,0	5,8
Aug	7,0	5,0	2,7	4,7	3,5	<u>19,9</u>	5,7	3,7	4,4	4,6	3,0	4,4	5,4	5,7
Mün	15,0	8,4	8,6	6,7	4,4	<u>43,3</u>		<u>14,3</u>	9,2	<u>11,6</u>	<u>6,75</u>	10,7	7,3	12,2
Serien-MW	7,7	5,1	4,4	4,4	3,6	6,6	6,2	3,9	5,3	5,1	3,0	6,9	4,0	

nach Transformation														
STABW/Ser.	4,4	1,8	2,3	1,3	0,7	2,1	1,7	1,1	2,0	1,2	1,9	3,3	2,3	
SW/Serie	21,0	10,5	11,2	8,4	5,6	13,0	11,4	7,2	11,2	8,5	8,6	16,8	10,9	

Berechnung eines Schwellenwertes zur Betrachtung von Standortmittelwerten

STABW aller transformierten Werte	2,1
Mittelwert aller Serienmittelwerte	5,1
SW	6,9
SW' (ohne Augsburg und München)	6,5

Bergerhoff : Blei [µg/m²d]														
Serien 1998	26.11.97- 23.01.98	23.01.- 20.02.98	20.02.- 20.03.98	20.03.- 17.04.98	17.04.- 15.05.98	15.05.- 12.06.98	12.06.- 10.07.98	10.07.- 07.08.98	07.08.- 04.09.98	04.09.- 02.10.98	02.10.- 30.10.98	30.10.- 27.11.98	27.11.- 23.12.98	Standort-mittelwert
Wbb		0,4	23,8	6,8	6,6	3,0	7,9	5,0	4,8	<u>11,7</u>	10,9	7,8	5,6	7,8
Wbs	3,0	3,5	9,5	4,2	6,7	5,4	5,9	10,2	6,5	7,5	8,3	7,8	6,0	6,5
Ein	2,6	2,2	3,6	1,4	3,6	2,8	4,1	5,5	4,0	3,1	3,1	3,5	2,8	3,2
Shy	2,0	1,4	6,2	2,0	2,5	4,7	10,2	4,6	3,0	4,6	2,5	3,2	2,4	3,8
Gra	2,8	1,6	12,4	3,5	3,5	11,0	9,4	6,6	2,3	3,7	3,5	5,5	1,7	5,2
Bid				3,8	6,1	6,0	5,3	1,3	3,8	1,7	2,2	1,5	3,5	3,5
Aug							<u>15,9</u>	8,1	4,7	4,0	3,3	3,5	6,6	
Mün	6,5	6,9	10,4	7,3	6,5	9,6	7,0	7,9	4,8	5,4	6,8	9,6	7,5	7,4
Serien-MW	3,4	2,7	11,0	4,2	4,7	6,1	7,2	6,5	4,3	4,7	5,1	5,4	3,9	

nach Transformation														
STABW/Ser.	1,8	2,3	7,0	2,4	1,8	3,2	2,1	2,0	2,2	1,5	3,2	2,7	2,2	
SW/Serie	8,7	9,6	32,0	11,5	10,1	15,5	13,6	12,4	11,0	9,1	14,8	13,6	10,5	

Berechnung eines Schwellenwertes zur Betrachtung von Standortmittelwerten

STABW aller transformierten Werte	2,7
Mittelwert aller Serienmittelwerte	5,3
SW	7,6
SW' (ohne Augsburg und München)	7,2

Bergerhoff : Blei [µg/m²d]														
Serien 1997	27.11.96- 22.01.97	22.01.- 19.02.97	19.02.- 19.03.97	19.03.- 16.04.97	16.04.- 14.05.97	14.05.- 11.06.97	11.06.- 09.07.97	09.07.- 06.08.97	06.08.- 03.09.97	03.09.- 01.10.97	01.10.- 29.10.97	29.10.- 26.11.97	26.11.- 24.12.97	Standort-mittelwert
Wbb	6,6	8,4	6,6	14,4	6,4	3,0	5,8	4,3	2,3	5,7	12,6	4,1		6,7
Wbs	6,0	21,3	8,5	8,3	6,8	3,7	3,5	4,8	2,7	3,3	4,7	2,8	3,0	6,1
Ein	2,3	2,2	4,8	4,1	2,8	1,7	4,1	6,0	5,3	7,0	2,7	1,8	2,6	3,6
Shy	3,2	2,7	3,6	5,3	5,6	2,5	5,7	6,3	4,3	4,6	3,4	1,3	2,0	3,9
Gra	2,7	3,1	14,4	19,5	4,4	3,8	6,1		5,6	7,7	5,9	2,1	2,8	6,5
Mün	3,8	12,3	20,4	15,4	12,9	6,2	9,5	8,0	12,4	9,7	6,3	<u>13,4</u>	6,5	10,5
Serien-MW	4,1	8,3	9,7	11,2	6,5	3,5	5,8	5,9	5,4	6,3	5,9	2,4	3,4	

nach Transformation														
STABW/Ser.	1,8	7,5	6,5	6,2	3,5	1,5	2,1	1,4	3,7	2,3	3,5	1,1	1,8	
SW/Serie	9,4	30,8	29,1	29,7	16,9	8,1	12,1	10,2	16,4	13,2	16,6	5,7	8,7	

Berechnung eines Schwellenwertes zur Betrachtung von Standortmittelwerten

STABW aller transformierten Werte	3,6
Mittelwert aller Serienmittelwerte	6,0
SW	9,0
SW' (ohne Augsburg und München)	7,9

fett = berechnete Werte

fett + kursiv = neu berechneter Serien-MW

klein = Werte halber Nachw eisgrenze

grau unterlegt = nach Transformationsschritten berechnete Werte

unterstrichen = zur Berechnung des Serien-MW und des SW ungeeigneter Wert

Bergerhoff : Blei [ $\mu\text{g}/\text{m}^2\text{d}$ ]														
Serien 1996	30.11.95- 24.01.96	24.01.- 21.02.96	21.02.- 20.03.96	20.03.- 17.04.96	17.04.- 15.05.96	15.05.- 12.06.96	12.06.- 10.07.96	10.07.- 07.08.96	07.08.- 04.09.96	04.09.- 02.10.96	02.10.- 30.10.96	30.10.- 27.11.96	27.11.- 25.12.96	Standort- mittelwert
Wbb	12,7		4,3	10,5	3,5	6,5	7,6	7,7	3,6	14,4	8,5	8,2	6,6	7,8
Wßs	6,8	19,2	6,9	9,6	10,3	7,7	15,6	9,0	6,5	9,2	8,8	6,7	6,0	9,1
Ein		4,0	1,7	10,1	3,3	2,5	6,1	6,0	4,0	2,4	2,8	2,9	2,3	4,0
Shy		5,4	3,3	3,5	8,3	3,6	5,5	5,7	4,5	4,0	4,4	4,1	3,2	4,6
Gra	10,7	5,4	7,3	16,7	14,4	10,8	17,2	7,6	5,8	10,0	5,6	3,8	2,7	8,7
Mün		11,8	9,6	20,4	18,0	11,7	15,5	7,8	7,7	12,4	12,5	14,4	3,8	12,1
Serien-MW	10,1	9,2	5,5	11,8	9,6	7,1	11,2	7,3	5,4	8,7	7,1	6,7	4,1	

## nach Transformation

STABW/Ser.	3,0	6,4	2,9	5,9	5,9	3,7	5,4	1,2	1,6	4,7	3,5	4,3	1,8
SW/Serie	19,0	28,3	14,3	29,6	27,3	18,3	27,4	11,0	10,2	22,8	17,7	19,5	9,4

Berechnung eines Schwellenwertes zur Betrachtung von Standortmittelwerten

STABW aller transformierten Werte	3,9
Mittelwert aller Serienmittelwerte	8,0
SW	11,2
SW' (ohne Augsburg und München)	9,8

Bergerhoff : Blei [ $\mu\text{g}/\text{m}^2\text{d}$ ]														
Serien 1995					20.04.- 18.05.95	18.05.- 15.06.95	15.06.- 13.07.95	13.07.- 10.08.95	10.08.- 07.09.95	07.09.- 05.10.95	05.10.- 02.11.95	02.11.- 30.11.95		Standort- mittelwert
Wbb					7,6	9,0	7,3		13,5	10,1	4,6	7,7		8,5
Wßs						8,5	7,1	16,1	5,7	4,5	2,7	13,1		8,3
Ein					5,3	6,4	3,2	3,5	10,7	3,2	2,2	3,2		4,7
Shy					5,7	7,8	3,6	6,6	6,1	2,4	2,2	3,2		4,7
Gra					9,7	8,5	8,6	5,5	17,7	5,5	2,6			8,3
Mün						11,9	9,3	10,6	5,7	9,5	16,6	10,4		10,6
Serien-MW					7,1	8,7	6,5	8,5	9,9	5,9	2,9	7,5		

## nach Transformation

STABW/Ser.					2,0	1,8	2,6	5,0	5,0	3,2	1,0	4,4	
SW/Serie					13,1	14,1	14,2	23,4	24,8	15,6	5,9	20,7	

Berechnung eines Schwellenwertes zur Betrachtung von Standortmittelwerten

STABW aller transformierten Werte	3,2
Mittelwert aller Serienmittelwerte	7,1
SW	10,5
SW' (ohne Augsburg und München)	10,1

Bergerhoff : Blei [ $\mu\text{g}/\text{m}^2\text{d}$ ]														
Serien 1994	28.12.93- 26.01.94	26.01.- 23.02.94	23.02.- 23.03.94	23.03.- 18.04.94	18.04.- 18.05.94	18.05.- 15.06.94	15.06.- 12.07.94	12.07.- 10.08.94	10.08.- 07.09.94	07.09.- 05.10.94	05.10.- 02.11.94	02.11.- 01.12.94	01.12.- 29.12.94	Standort- mittelwert
Ein	4,5	7,0	7,2	7,0	9,4	5,6	7,7	9,3	5,8	4,7	4,0	4,3	2,9	6,1
Shy	3,7	5,7	6,2	10,8	8,0	8,4	11,2	6,9	8,8	4,9	3,0	4,5	3,7	6,6
Gra	5,0	6,4	11,3	16,0	17,4	15,9	19,9	6,4	9,7	7,8	3,5	3,4	5,0	9,8
Mün						15,4	13,8	12,1	12,1	9,3	8,7	14,9	14,0	12,5
Serien-MW	5,7	2,9	3,3	5,5	5,0	7,7	11,5	8,7	9,2	6,0	6,7	8,0	7,0	

## nach Transformation

STABW/Ser.	1,1	0,5	0,8	2,1	1,3	6,4	4,2	4,4	3,9	5,1	7,7	11,5	10,4
SW/Serie	8,9	4,5	5,6	12,0	8,8	26,7	24,0	21,8	20,9	21,2	29,9	42,4	38,3

Berechnung eines Schwellenwertes zur Betrachtung von Standortmittelwerten

STABW aller transformierten Werte	5,3
Mittelwert aller Serienmittelwerte	6,7
SW	11,1
SW' (ohne Augsburg und München)	9,7

Bergerhoff : Blei [ $\mu\text{g}/\text{m}^2\text{d}$ ]														
Serien 1993						18.05.- 16.06.93	16.06.- 14.07.93	14.07.- 11.08.93	11.08.- 08.09.93	08.09.- 06.10.93	06.10.- 03.11.93	03.11.- 01.12.93	01.12.- 29.12.93	Standort- mittelwert
Ein						3,5	11,0	6,3	8,2		9,5	5,7	4,1	6,9
Shy						4,5	12,7	12,8	10,4		10,1	5,8	2,3	8,4
Gra						5,7	23,2	12,4	32,3	4,9	5,5	6,2	2,9	11,6
Mün						63,2	23,0	27,9	20,0	8,8	23,0			27,7
Serien-MW						19,2	17,5	14,9	17,7	6,9	12,0	5,9	3,1	

## nach Transformation

STABW/Ser.						29,3	6,5	9,2	11,0	2,8	7,6	0,3	0,9
SW/Serie						107,2	37,1	42,4	50,7	15,1	34,8	6,7	5,8

Berechnung eines Schwellenwertes zur Betrachtung von Standortmittelwerten

STABW aller transformierten Werte	11,4
Mittelwert aller Serienmittelwerte	12,1
SW	24,2
SW' (ohne Augsburg und München)	14,9

### Antimon

Bergerhoff : Antimon [ $\mu\text{g}/\text{m}^2\text{d}$ ]														
Serien 1999	27.11.98 - 27.01.99	27.01.99 - 24.02.99	24.02.99 - 24.03.99	24.03.99 - 21.04.99	21.04.99 - 19.05.99	19.05.99 - 16.06.99	16.06.99 - 14.07.99	14.07.99 - 11.08.99	11.08.99 - 08.09.99	08.09.99 - 06.10.99	06.10.99 - 03.11.99	03.11.99 - 01.12.99	01.12.99 - 29.12.99	Standort- mittelwert
Wbb	0,70	0,85	0,56	1,07	0,41	0,39	0,73	0,23	0,26	0,30	0,32	0,76	0,55	<b>0,52</b>
Wßs	0,70	0,42	0,42	0,37	0,45	0,66	0,62	0,30	0,41	0,38	0,40	0,57	0,14	<b>0,42</b>
Ein	0,41	0,23	0,26	0,32	0,25	0,37	0,69	0,21	0,28	0,25	0,18	0,29	0,21	<b>0,29</b>
Shy	0,32	0,18	0,22	0,35	0,33	0,48	0,47	0,17	0,23	0,27	0,14	0,36	0,24	<b>0,28</b>
Gra	0,28	0,30	0,35	0,47	0,45	0,50	0,77	0,41	0,65	0,44	0,17	0,61	0,29	<b>0,43</b>
Bid	0,22	0,20	0,24	0,34	0,55	0,70	0,51	0,27	0,45	0,40	0,12	0,35	0,19	<b>0,34</b>
Aug	0,84	0,68	0,72	0,88	0,68	0,99	0,86	0,53	0,52	<u>0,757</u>	<u>0,694</u>	0,96	<u>1,025</u>	<b>0,78</b>
Mün	<u>3,81</u>	<u>2,57</u>	<u>3,81</u>	<u>2,59</u>	<u>1,79</u>	<u>2,01</u>	<u>2,61</u>	<u>1,77</u>	<u>2,4</u>	<u>3,15</u>	<u>2,02</u>	<u>3,03</u>	<u>2,53</u>	<b>2,62</b>
Serien-MW	<b>0,49</b>	<b>0,41</b>	<b>0,40</b>	<b>0,46</b>	<b>0,45</b>	<b>0,58</b>	<b>0,66</b>	<b>0,30</b>	<b>0,40</b>	<b>0,34</b>	<b>0,22</b>	<b>0,56</b>	<b>0,27</b>	

nach Transformation

STABW/Ser.	0,21	0,25	0,13	0,06	0,11	0,14	0,12	0,08	0,16	0,08	0,11	0,18	0,14
SW/Serie	1,12	1,17	0,80	0,63	0,76	0,99	1,03	0,56	0,88	0,57	0,55	1,11	0,70

Berechnung eines Schwellenwertes zur Betrachtung von Standortmittelwerten

STABW aller transformierten Werte	0,14
Mittelwert aller Serienmittelwerte	0,43
SW	0,54
SW' (ohne Augsburg und München)	0,50

Bergerhoff : Antimon [ $\mu\text{g}/\text{m}^2\text{d}$ ]														
Serien 1998	26.11.97- 23.01.98	23.01.- 20.02.98	20.02.- 20.03.98	20.03.- 17.04.98	17.04.- 15.05.98	15.05.- 12.06.98	12.06.- 10.07.98	10.07.- 07.08.98	07.08.- 04.09.98	04.09.- 02.10.98	02.10.- 30.10.98	30.10.- 27.11.98	30.10.- 27.11.98	Standort- mittelwert
Wbb		0,02	1,36	0,36	0,59	0,26	0,60	0,56	0,38	0,94	1,20	0,62	0,35	<b>0,60</b>
Wßs	0,22	0,32	0,60	0,37	0,41	0,40	0,71	0,85	0,60	0,53	0,56	0,67	0,35	<b>0,51</b>
Ein	0,25	0,26	0,32	0,17	0,29	0,18	0,48	0,55	0,19	0,37	0,28	0,31	0,21	<b>0,30</b>
Shy	0,21	0,19	0,46	0,29	0,22	0,24	0,72	0,49	0,19	0,49	0,29	0,27	0,16	<b>0,33</b>
Gra	0,25	0,24	0,71	0,39	0,36	0,70	0,82	0,78	0,21	0,35	0,35	0,40	0,14	<b>0,44</b>
Bid				0,41	0,44	0,69	0,57	0,19	0,33	0,22	0,21	0,11		<b>0,35</b>
Aug							0,99	0,51	0,85	1,06	1,02		<u>0,835</u>	<b>0,88</b>
Mün	6,37	<u>3,42</u>	<u>3,33</u>	<u>3,24</u>	<u>2,54</u>	<u>2,6</u>	<u>2,42</u>	<u>2,79</u>	<u>1,73</u>	<u>2,04</u>	<u>2,74</u>	<u>2,69</u>	<u>3,81</u>	<b>3,06</b>
Serien-MW	1,46	0,21	0,69	0,32	0,38	0,37	0,67	0,68	0,32	0,55	0,57	0,50	0,50	

nach Transformation

STABW/Ser.	2,74	0,11	0,40	0,09	0,13	0,19	0,12	0,19	0,17	0,25	0,40	0,29	0,29
SW/Serie	9,69	0,54	1,90	0,58	0,77	0,94	1,02	1,25	0,85	1,29	1,77	1,36	1,36

Berechnung eines Schwellenwertes zur Betrachtung von Standortmittelwerten

STABW aller transformierten Werte	0,66
Mittelwert aller Serienmittelwerte	0,53
SW	1,08
SW' (ohne Augsburg und München)	0,57

Bergerhoff : Antimon [ $\mu\text{g}/\text{m}^2\text{d}$ ]														
Serien 1997	27.11.96- 22.01.97	22.01.- 19.02.97	19.02.- 19.03.97	19.03.- 16.04.97	16.04.- 14.05.97	14.05.- 11.06.97	11.06.- 09.07.97	09.07.- 06.08.97	06.08.- 03.09.97	03.09.- 01.10.97	01.10.- 29.10.97	29.10.- 26.11.97	29.10.- 26.11.97	Standort- mittelwert
Wbb	0,35	0,53	0,41	1,10	0,50	0,26	0,56	0,62	0,19	0,23	0,90	0,36		<b>0,50</b>
Wßs	0,32	0,51	0,53	0,63	0,52	0,25	0,41	0,69	0,23	0,25	0,45	0,22	0,22	<b>0,40</b>
Ein	0,13	0,28	0,36	0,37	0,24	0,18	0,36	0,39	0,42	0,64	0,48	0,17	0,25	<b>0,33</b>
Shy	0,22	0,24	0,33	0,35	0,37	0,28	0,52	0,48	0,76	0,49	0,37	0,24	0,21	<b>0,37</b>
Gra	0,22	0,28	0,86	1,30	0,44	0,53	0,71		0,28	0,80	0,75	0,21	0,25	<b>0,55</b>
Mün	<u>1,4</u>	<u>4,2</u>	<u>5,9</u>	<u>3,8</u>	<u>3,7</u>	<u>1,7</u>	<u>2,2</u>	<u>2,7</u>	<u>1,6</u>	<u>2,4</u>	<u>2,3</u>	<u>2,6</u>	<u>3,185</u>	<b>2,90</b>
Serien-MW	0,25	0,37	0,50	0,75	0,41	0,30	0,51	0,55	0,38	0,48	0,59	0,24	0,24	

nach Transformation

STABW/Ser.	0,09	0,14	0,22	0,43	0,11	0,13	0,14	0,14	0,23	0,25	0,22	0,07	0,07
SW/Serie	0,51	0,79	1,15	2,04	0,75	0,70	0,92	0,95	1,07	1,22	1,26	0,46	0,46

Berechnung eines Schwellenwertes zur Betrachtung von Standortmittelwerten

STABW aller transformierten Werte	0,18
Mittelwert aller Serienmittelwerte	0,43
SW	0,58
SW' (ohne Augsburg und München)	0,58

fett = berechnete Werte

fett + kursiv = neu berechneter Serien-MW

klein = Werte halber Nachweisgrenze

grau unterlegt = nach Transformationsschritten berechnete Werte

unterstrichen = zur Berechnung des Serien-MW und des SW ungeeigneter Wert

Bergerhoff : Antimon [ $\mu\text{g}/\text{m}^2\text{d}$ ]														Standort- mittelwert
Serien 1996	30.11.95- 24.01.96	24.01.- 21.02.96	21.02.- 20.03.96	20.03.- 17.04.96	17.04.- 15.05.96	15.05.- 12.06.96	12.06.- 10.07.96	10.07.- 07.08.96	07.08.- 04.09.96	04.09.- 02.10.96	02.10.- 30.10.96	30.10.- 27.11.96	25.12.1996	
Wbb	0,53		0,24	0,53	0,15	0,36	0,57	0,60	0,35	0,75	0,53	0,46	0,35	<b>0,45</b>
Wßs	0,10	0,74	0,28	0,47	0,64	0,35	0,83	0,52	0,38	0,44	0,38	0,42	0,32	<b>0,45</b>
Ein		0,27	0,11	0,51	0,16	0,15	0,64	0,29	0,46	0,40	0,44	0,25	0,13	<b>0,32</b>
Shy		0,29	0,23	0,17	0,31	0,29	0,43	0,52	0,40	0,29	0,44	0,33	0,22	<b>0,33</b>
Gra	0,24	0,30	0,52	0,94	0,82	0,79	1,05	0,47	0,58	0,72	0,38	0,30	0,22	<b>0,56</b>
Mün		2,51	2,02	2,76	2,8	2,45	3,09	1,91	1,8	2,64	2,8	4,42	1,4	2,55
Serien-MW	0,29	0,82	0,27	0,52	0,41	0,39	0,70	0,48	0,43	0,52	0,43	0,35	0,25	

nach Transformation

STABW/Ser.	0,22	0,97	0,15	0,27	0,30	0,24	0,24	0,11	0,09	0,20	0,06	0,09	0,09
SW/Serie	0,94	3,72	0,72	1,34	1,32	1,10	1,43	0,82	0,70	1,13	0,61	0,61	0,51

Berechnung eines Schwellenwertes zur Betrachtung von Standortmittelwerten

STABW aller transformierten Werte	0,29
Mittelwert aller Serienmittelwerte	0,45
SW	0,70
SW' (ohne Augsburg und München)	0,56

Bergerhoff : Antimon [ $\mu\text{g}/\text{m}^2\text{d}$ ]														Standort- mittelwert
Serien 1995					20.04.- 18.05.95	18.05.- 15.06.95	15.06.- 13.07.95	13.07.- 10.08.95	10.08.- 07.09.95	07.09.- 05.10.95	05.10.- 02.11.95	05.10.- 02.11.95		
Wbb					0,49	0,57	0,56		0,92	0,67	0,73	0,73		<b>0,6</b>
Wßs						0,55	0,47	2,20	0,58	0,46	0,26	0,26		<b>0,8</b>
Ein					0,33	0,45	0,33	0,27	0,72	0,29	0,20	0,20		<b>0,4</b>
Shy					0,40	0,58	0,28	0,39	0,51	0,25	0,29	0,29		<b>0,4</b>
Gra					0,57	0,72	0,52	0,48	0,96	0,66	0,59			<b>0,6</b>
Mün						2,60	1,80	1,70	1,10	2,40	2,20	2,20		2,0
Serien-MW					0,45	0,57	0,43	1,01	0,80	0,47	0,70	0,70		

nach Transformation

STABW/Ser.					0,10	0,10	0,12	0,88	0,23	0,20	0,77	0,77
SW/Serie					0,76	0,86	0,80	3,65	1,49	1,06	3,01	3,01

Berechnung eines Schwellenwertes zur Betrachtung von Standortmittelwerten

STABW aller transformierten Werte	0,50
Mittelwert aller Serienmittelwerte	0,66
SW	1,19
SW' (ohne Augsburg und München)	0,87

Bergerhoff : Antimon [ $\mu\text{g}/\text{m}^2\text{d}$ ]														Standort- mittelwert
Serien 1994	28.12.93- 26.01.94	26.01.- 23.02.94	23.02.- 23.03.94	23.03.- 18.04.94	18.04.- 18.05.94	18.05.- 15.06.94	15.06.- 12.07.94	12.07.- 10.08.94	10.08.- 07.09.94	07.09.- 05.10.94	05.10.- 02.11.94	02.11.- 01.12.94	01.12.- 29.12.94	
Ein	0,35	0,23	0,36		0,43	0,26	0,52	0,43	0,45	0,38	0,37	0,45	0,38	<b>0,38</b>
Shy	0,48	0,37	0,39		0,35	0,35	0,65	0,62	0,57	0,43	0,25	0,42	0,30	<b>0,43</b>
Gra	0,45	0,25	0,75		0,86	0,92	1,30	0,43	0,70	0,55	0,31	0,46	0,35	<b>0,61</b>
Mün						2,20	2,50	2,10	2,40	2,00	2,90	3,70	3,80	<b>2,70</b>
Serien-MW	0,43	0,28	0,50		0,55	0,93	1,24	0,90	1,03	0,84	0,96	1,26	1,21	

nach Transformation

STABW/Ser.	0,07	0,08	0,22		0,27	0,89	0,91	0,81	0,92	0,78	1,30	1,63	1,73
SW/Serie	0,20	0,23	0,65		0,82	2,68	2,72	2,42	2,76	2,33	3,89	4,89	5,19

Berechnung eines Schwellenwertes zur Betrachtung von Standortmittelwerten

STABW aller transformierten Werte	0,88
Mittelwert aller Serienmittelwerte	0,84
SW	1,61
SW' (ohne Augsburg und München)	0,62

Bergerhoff : Antimon [ $\mu\text{g}/\text{m}^2\text{d}$ ]														Standort- mittelwert
Serien 1993						18.05.- 16.06.93	16.06.- 14.07.93	14.07.- 11.08.93	11.08.- 08.09.93	08.09.- 06.10.93	06.10.- 03.11.93	03.11.- 01.12.93	01.12.- 29.12.93	
Ein						0,23	0,61	0,40	0,44		0,40	0,26	0,36	<b>0,39</b>
Shy						0,24	0,59	1,00	0,53		0,50	0,40	0,21	<b>0,50</b>
Gra						0,38	0,97	0,90	1,28	0,26	0,40	0,27	0,10	<b>0,57</b>
Mün						7,80	3,00	3,50	3,00	1,50	2,80	0,00		<b>3,60</b>
Serien-MW						2,16	1,29	1,45	1,31	0,88	1,03	0,31	0,22	

nach Transformation

STABW/Ser.						3,76	1,15	1,39	1,19	0,88	1,18	0,08	0,13
SW/Serie						11,28	3,45	4,17	3,56	2,63	3,55	0,23	0,39

Berechnung eines Schwellenwertes zur Betrachtung von Standortmittelwerten

STABW aller transformierten Werte	1,51
Mittelwert aller Serienmittelwerte	1,08
SW	2,68
SW' (ohne Augsburg und München)	0,72

### Titan

Bergerhoff : Titan [µg/m²d]														
Serien 1999	27.11.98 - 27.01.99	27.01.99 - 24.02.99	24.02.99 - 24.03.99	24.03.99 - 21.04.99	21.04.99 - 19.05.99	19.05.99 - 16.06.99	16.06.99 - 14.07.99	14.07.99 - 11.08.99	11.08.99 - 08.09.99	08.09.99 - 06.10.99	06.10.99 - 03.11.99	03.11.99 - 01.12.99	01.12.99 - 29.12.99	Standort-mittelwert
Wbb	7,5	5,9	5,7	7,2	8,8	3,3	4,8	3,2	5,3	2,3	3,9	2,5	2,5	4,8
Wßs	9,4	4,3	6,8	6,7	18,9	11,9	<u>14</u>	11,6	<u>11,5</u>	11,6	9,1	4,3	3,2	9,5
Ein	2,7	1,8	3,6	3,5	6,3	7,5	4,9	5,1	5,4	4,4	4,9	1,6	1,2	4,1
Shy	2,9	1,9	2,5	3,2	4,4	8,9	<u>24,1</u>	4,6	5,1	5,9	6,2	1,7	1,7	5,6
Gra	3,2	2,4	3,0	3,3	3,3	6,3	5,3	6,0	4,0	3,2	7,5	1,9	1,6	3,9
Bid	2,8	1,9	1,9	2,7	18,3	7,0	3,3	3,2	7,1	2,8	10,1	0,8	0,7	4,8
Aug	8,3	3,5	5,1	3,8	5,2	9,7	5,4	4,7	3,8	3,7	12,9	2,6	2,6	5,5
Mün	<u>22</u>	<u>8,73</u>	<u>17,3</u>	10,5	5,6	8,9	7,5	9,6	8,3	10,2	12,1	<u>6,72</u>	<u>6,5</u>	10,3
Serien-MW	5,2	3,1	4,1	5,1	8,8	7,9	5,2	6,0	5,6	5,5	8,3	2,2	1,9	

nach Transformation

STABW/Ser.	3,0	1,6	1,8	2,8	6,2	2,6	1,4	3,0	1,6	3,5	3,3	1,1	0,9
SW/Serie	14,2	7,8	9,5	13,4	27,5	15,6	9,2	15,1	10,4	16,1	18,2	5,5	4,5

Berechnung eines Schwellenwertes zur Betrachtung von Standortmittelwerten

STABW aller transformierten Werte	2,8
Mittelwert aller Serienmittelwerte	5,3
SW	7,6
SW' (ohne Augsburg und München)	8,1

Bergerhoff : Titan [µg/m²d]														
Serien 1998	26.11.97- 23.01.98	23.01.- 20.02.98	20.02.- 20.03.98	20.03.- 17.04.98	17.04.- 15.05.98	15.05.- 12.06.98	12.06.- 10.07.98	10.07.- 07.08.98	07.08.- 04.09.98	04.09.- 02.10.98	02.10.- 30.10.98	30.10.- 27.11.98	27.11.- 23.12.98	Standort-mittelwert
Wbb		1,3	24,2	10,1	6,1	3,4	7,0	3,8	6,7	4,0	4,1	4,0	3,7	6,5
Wßs	9,2	5,9	18,1	6,0	<u>11,8</u>	14,1	8,7	8,8	<u>25,2</u>	6,9	6,7	6,7	4,7	10,2
Ein	1,2	1,8	3,8	3,5	3,3	0,7	4,7	6,6	4,8	3,8	2,8	2,4	1,4	3,1
Shy	1,4	2,2	4,3	2,3	2,6	2,3	14,4	5,2	5,3	5,2	2,4	1,7	1,5	3,9
Gra	3,7	3,2	8,8	3,1	3,5	9,0	16,1	8,3	2,9	3,2	3,0	3,3	1,6	5,3
Bid				5,4	6,8	9,3	6,9	2,5	5,0	1,2	2,4	1,4	1,4	4,5
Aug							<u>19,4</u>	10,1	7,2	2,6	3,3	4,1	8,5	
Mün	13,1	8,4	12,6	11,1	7,1	11,3	17,0	<u>12,8</u>	11,5	5,4	7,0	5,8	<u>11</u>	10,3
Serien-MW	5,7	3,8	12,0	6,0	4,7	6,8	11,0	6,6	6,3	5,1	3,7	3,7	2,6	

nach Transformation

STABW/Ser.	5,2	2,8	8,1	3,8	1,8	5,0	4,8	1,9	3,4	1,4	2,1	1,7	1,5
SW/Serie	21,4	12,2	36,1	17,3	10,1	21,7	25,4	12,2	16,6	9,4	10,0	8,9	7,1

Berechnung eines Schwellenwertes zur Betrachtung von Standortmittelwerten

STABW aller transformierten Werte	3,4
Mittelwert aller Serienmittelwerte	6,0
SW	8,9
SW' (ohne Augsburg und München)	7,66

Bergerhoff : Titan [µg/m²d]														
Serien 1997	27.11.96- 22.01.97	22.01.- 19.02.97	19.02.- 19.03.97	19.03.- 16.04.97	16.04.- 14.05.97	14.05.- 11.06.97	11.06.- 09.07.97	09.07.- 06.08.97	06.08.- 03.09.97	03.09.- 01.10.97	01.10.- 29.10.97	29.10.- 26.11.97	26.11.- 24.12.97	Standort-mittelwert
Wbb	2,8	14,1	5,3	12,0	3,3	5,6	3,5	3,8	4,4	4,5	8,3	2,8		5,9
Wßs	<u>19</u>	7,1	8,6	11,4	11,8	17,9	7,7	5,3	10,6	13,1	8,3	8,9	9,2	10,7
Ein	1,4	2,2	8,4	5,3	4,7	4,3	5,1	3,9	6,5	5,2	2,0	1,5	1,2	4,0
Shy	1,4	3,0	8,5	4,4	4,9	4,3	5,1	1,9	6,2	3,9	2,5	2,0	1,4	3,8
Gra	1,9	2,2	12,9	14,3	5,7	4,9	5,4		1,1	3,0	4,6	2,1	3,7	5,1
Mün	3,2	12,7	26,7	14,6	10,5	9,5	7,8	6,5	<u>38,2</u>	11,4	5,3	18,6	6,6	13,8
Serien-MW	2,1	6,9	11,7	10,3	6,8	7,8	5,8	4,3	5,8	6,9	5,2	6,0	4,4	

nach Transformation

STABW/Ser.	0,8	5,4	7,7	4,4	3,5	5,3	1,7	1,7	3,5	4,3	2,7	6,8	3,4
SW/Serie	4,6	23,0	34,9	23,6	17,2	23,8	10,8	9,5	16,1	19,7	13,3	26,3	14,7

Berechnung eines Schwellenwertes zur Betrachtung von Standortmittelwerten

STABW aller transformierten Werte	4,1
Mittelwert aller Serienmittelwerte	6,5
SW	9,9
SW' (ohne Augsburg und München)	6,7

fett = berechnete Werte

fett + kursiv = neu berechneter Serien-MW

klein = Werte halber Nachw eisgrenze

grau unterlegt = nach Transformationschritten berechnete Werte

unterstrichen = zur Berechnung des Serien-MW und des SW ungeeigneter Wert

Bergerhoff : Titan [ $\mu\text{g}/\text{m}^2\text{d}$ ]														
Serien 1996	30.11.95- 24.01.96	24.01.- 21.02.96	21.02.- 20.03.96	20.03.- 17.04.96	17.04.- 15.05.96	15.05.- 12.06.96	12.06.- 10.07.96	10.07.- 07.08.96	07.08.- 04.09.96	04.09.- 02.10.96	02.10.- 30.10.96	30.10.- 27.11.96	27.11.- 25.12.96	Standort- mittelwert
Wbb	7,3		3,8	7,3	5,2	4,7	5,2	12,2	2,6	6,0	3,6	4,6	2,8	5,4
WBS	14,7	47,9	16,2	16,6	26,1	11,4	13,3	34,1	10,7	10,1	8,3	11,4	19	18,4
Ein		3,8	3,2	4,9	1,1	2,6	4,9	7,2	7,3	4,9	2,8	2,8	1,4	3,9
Shy		3,7	5,1	1,1	19,6	5,1	0,9	3,4	4,0	5,8	3,1	2,8	1,4	4,7
Gra	3,1	3,4	7,7	6,8	17,7	7,5	7,1	10,8	5,3	3,7	3,2	4,1	1,9	6,3
Mün		10,0	9,3	14,2	11,5	11,6	11,3	11,2	7,8	5,6	7,1	13,7	3,2	10,3
Serien-MW	8,3	13,8	7,5	8,5	13,5	7,1	7,1	13,1	6,3	6,0	4,7	6,5	2,1	

nach Transformation

STABW/Ser.	5,9	19,3	4,8	5,8	9,4	3,7	4,5	10,8	2,9	2,2	2,4	4,8	0,8
SW/Serie	25,9	71,6	22,1	26,0	41,7	18,3	20,7	45,5	15,1	12,5	11,9	20,8	4,6

Berechnung eines Schwellenwertes zur Betrachtung von Standortmittelwerten

STABW aller transformierten Werte	6,7
Mittelwert aller Serienmittelwerte	8,1
SW	13,6
SW' (ohne Augsburg und München)	9,0

Bergerhoff : Titan [ $\mu\text{g}/\text{m}^2\text{d}$ ]														
Serien 1995					20.04.- 18.05.95	18.05.- 15.06.95	15.06.- 13.07.95	13.07.- 10.08.95	10.08.- 07.09.95	07.09.- 05.10.95	05.10.- 02.11.95	02.11.- 30.11.95		Standort- mittelwert
Wbb					8,9	6,9	5,3		10,7	5,1	3,0	3,0		6,1
WBS						16,8	8,4	27,6	13,2	8,0	5,3	15,2		14,5
Ein					2,4	6,9	5,9	6,1	9,6	4,1	1,8	2,0		4,9
Shy					6,6	8,4	13,1	11,0	6,4	2,7	1,9	2,0		6,5
Gra					4,3	4,6	6,0	11,8	1,4	3,2	3,3			4,9
Mün						8,2	8,8	6,7	4,3	6,0	21,0	13,3		9,8
Serien-MW					5,6	8,6	7,9	12,6	7,6	4,9	3,1	7,1		

nach Transformation

STABW/Ser.					2,8	4,2	2,9	8,7	4,4	2,0	1,4	6,6	
SW/Serie					14,0	21,3	16,7	38,8	20,7	10,7	7,3	26,8	

Berechnung eines Schwellenwertes zur Betrachtung von Standortmittelwerten

STABW aller transformierten Werte	4,2
Mittelwert aller Serienmittelwerte	7,2
SW	11,7
SW' (ohne Augsburg und München)	8,6

Bergerhoff : Titan [ $\mu\text{g}/\text{m}^2\text{d}$ ]														
Serien 1994	28.12.93- 26.01.94	26.01.- 23.02.94	23.02.- 23.03.94	23.03.- 18.04.94	18.04.- 18.05.94	18.05.- 15.06.94	15.06.- 12.07.94	12.07.- 10.08.94	10.08.- 07.09.94	07.09.- 05.10.94	05.10.- 02.11.94	02.11.- 01.12.94		Standort- mittelwert
Ein	4,6	4,0	3,4		7,6	7,8	10,5	13,5	6,6	4,5	4,9	3,8		6,1
Shy	4,0	3,8	3,0		6,5	9,9	10,4	11,4	6,4	4,2	2,5	3,2		5,6
Gra	6,0	2,5	6,0		12,3	8,8		7,0	8,9	4,0	3,0	4,4		5,9
Mün						9,7	10,4	15,1	11,2	6,3	7,0	11,5		9,9
Serien-MW	4,9	3,4	4,1		8,8	9,1	10,4	11,8	8,3	4,8	4,4	5,7		

nach Transformation

STABW/Ser.	1,0	0,8	1,6		3,1	1,0	0,1	3,5	2,3	1,1	2,0	3,9	
SW/Serie	7,9	5,9	9,0		18,0	11,9	10,6	22,3	15,0	7,9	10,5	17,4	

Berechnung eines Schwellenwertes zur Betrachtung von Standortmittelwerten

STABW aller transformierten Werte	2,0
Mittelwert aller Serienmittelwerte	6,6
SW	8,3
SW' (ohne Augsburg und München)	7,1

Bergerhoff : Titan [ $\mu\text{g}/\text{m}^2\text{d}$ ]														
Serien 1993						18.05.- 16.06.93	16.06.- 14.07.93	14.07.- 11.08.93	11.08.- 08.09.93	08.09.- 06.10.93	06.10.- 03.11.93	03.11.- 01.12.93	01.12.- 29.12.93	Standort- mittelwert
Ein						2,2	7,1	6,0	12,0		5,4	3,6	2,3	5,5
Shy						2,0	7,8	6,2	9,7		4,0	3,5	3,4	5,2
Gra						3,8	10,8	6,7	16,3	2,7	5,7	2,2	1,9	6,3
Mün						12,2	46,4	12,2	21,2	5,7	5,3			17,2
Serien-MW						5,1	18,0	7,8	14,8	4,2	5,1	3,1	2,5	

nach Transformation

STABW/Ser.						4,8	19,0	3,0	5,1	2,1	0,8	0,8	0,8
SW/Serie						19,6	75,0	16,7	30,0	10,6	7,4	5,4	4,9

Berechnung eines Schwellenwertes zur Betrachtung von Standortmittelwerten

STABW aller transformierten Werte	6,8
Mittelwert aller Serienmittelwerte	7,6
SW	14,8
SW' (ohne Augsburg und München)	7,0

# Vanadium

Bergerhoff : Vanadium [ $\mu\text{g}/\text{m}^2\text{d}$ ]														
Serien 1999	27.11.98 - 27.01.99	27.01.99 - 24.02.99	24.02.99 - 24.03.99	24.03.99 - 21.04.99	21.04.99 - 19.05.99	19.05.99 - 16.06.99	16.06.99 - 14.07.99	14.07.99 - 11.08.99	11.08.99 - 08.09.99	08.09.99 - 06.10.99	06.10.99 - 03.11.99	03.11.99 - 01.12.99	01.12.99 - 29.12.99	Standort-mittelwert
Wbb	2,47	<u>2,71</u>	<u>1,37</u>	1,49	1,18	0,99	2,00	0,61	0,90	0,68	1,21	1,52	<u>1,365</u>	<b>1,42</b>
Wbs	2,61	1,56	0,83	0,73	1,24	1,65	1,99	1,14	1,22	0,91	1,18	1,05	0,19	<b>1,25</b>
Ein	1,15	0,60	0,82	0,66	0,88	1,34	2,57	0,84	0,93	0,83	0,61	0,40	0,37	<b>0,92</b>
Shy	0,77	0,48	0,59	0,65	0,61	1,53	2,64	0,46	0,61	0,73	0,73	0,61	0,42	<b>0,83</b>
Gra	0,87	0,75	0,62	1,07	1,03	1,60	1,90	1,31	1,47	0,74	0,89	0,82	0,48	<b>1,04</b>
Bid	0,64	0,52	0,51	0,67	<u>2,31</u>	2,63	1,35	0,78	1,90	0,60	1,25	0,46	0,28	<b>1,07</b>
Aug	1,36	0,67	0,80	0,62	0,69	2,44	1,24	0,42	0,44	0,62	1,37	0,49	0,65	<b>0,91</b>
Mün	2,67	1,22	<u>1,89</u>	1,29	0,87	1,83	1,31	1,56	1,37	1,03	1,57	0,95	0,92	<b>1,42</b>
Serien-MW	1,57	<u>0,83</u>	<u>0,69</u>	<b>0,90</b>	<u>0,93</u>	<b>1,75</b>	<b>1,88</b>	<b>0,89</b>	<b>1,10</b>	<b>0,77</b>	<b>1,10</b>	<b>0,79</b>	<b>0,47</b>	

nach Transformation

STABW/Ser.	0,87	0,41	0,14	0,34	0,24	0,55	0,55	0,41	0,48	0,15	0,33	0,38	0,24
SW/Serie	4,18	2,05	1,11	1,92	1,64	3,39	3,52	2,13	2,54	1,22	2,09	1,93	1,20

Berechnung eines Schwellenwertes zur Betrachtung von Standortmittelwerten

STABW aller transformierten Werte	0,41
Mittelwert aller Serienmittelwerte	1,05
SW	1,40
SW' (ohne Augsburg und München)	1,39

Bergerhoff : Vanadium [ $\mu\text{g}/\text{m}^2\text{d}$ ]														
Serien 1998	26.11.97- 23.01.98	23.01.- 20.02.98	20.02.- 20.03.98	20.03.- 17.04.98	17.04.- 15.05.98	15.05.- 12.06.98	12.06.- 10.07.98	10.07.- 07.08.98	07.08.- 04.09.98	04.09.- 02.10.98	02.10.- 30.10.98	30.10.- 27.11.98	27.11.- 23.12.98	Standort-mittelwert
Wbb		0,10	5,08	1,19	0,90	0,68	1,47	0,94	1,10	<u>1,76</u>	1,64	1,38	1,24	<b>1,46</b>
Wbs	0,54	0,60	2,64	0,58	0,94	1,02	1,09	1,46	2,33	1,24	1,27	1,46	1,31	<b>1,27</b>
Ein	0,38	0,10	0,79	0,40	0,56	0,88	1,11	1,49	0,97	1,01	0,68	0,69	0,58	<b>0,74</b>
Shy	0,23	0,10	0,98	0,25	0,31	0,94	2,64	1,02	0,59	0,90	0,46	0,46	0,38	<b>0,71</b>
Gra	0,39	0,35	1,87	0,60	0,47	1,75	3,08	1,75	0,42	0,88	0,53	0,99	0,43	<b>1,04</b>
Bid				1,01	1,26	1,87	1,30	0,41	1,18	0,27	0,45	0,32	0,90	
Aug							<u>3,26</u>	1,64	1,18	0,51	0,56	0,68	1,31	
Mün	0,72	0,77	1,69	1,19	0,85	1,46	1,78	1,31	1,07	0,78	0,93	0,69	1,34	<b>1,12</b>
Serien-MW	0,45	0,34	2,18	0,70	0,72	1,14	1,86	1,32	1,07	1,02	0,79	0,83	0,78	

nach Transformation

STABW/Ser.	0,18	0,29	1,57	0,40	0,27	0,37	0,75	0,28	0,66	0,18	0,46	0,40	0,44
SW/Serie	1,00	1,21	6,89	1,90	1,53	2,25	4,12	2,16	3,03	1,56	2,18	2,03	2,09

Berechnung eines Schwellenwertes zur Betrachtung von Standortmittelwerten

STABW aller transformierten Werte	0,54
Mittelwert aller Serienmittelwerte	1,02
SW	1,47
SW' (ohne Augsburg und München)	1,49

Bergerhoff : Vanadium [ $\mu\text{g}/\text{m}^2\text{d}$ ]														
Serien 1997	27.11.96- 22.01.97	22.01.- 19.02.97	19.02.- 19.03.97	19.03.- 16.04.97	16.04.- 14.05.97	14.05.- 11.06.97	11.06.- 09.07.97	09.07.- 06.08.97	06.08.- 03.09.97	03.09.- 01.10.97	01.10.- 29.10.97	29.10.- 26.11.97	26.11.- 24.12.97	Standort-mittelwert
Wbb	1,00	2,60	1,30	3,40	1,00	0,61	0,98	1,20	0,48	0,74	2,40	0,50		<b>1,35</b>
Wbs	1,35	3,20	1,70	1,80	1,40	1,10	0,91	1,70	0,72	1,10	1,00	0,53	0,54	<b>1,31</b>
Ein	0,60	0,61	1,70	1,20	0,66	0,53	0,85	1,20	1,20	1,60	0,57	0,27	0,38	<b>0,87</b>
Shy	0,50	0,40	1,30	1,00	0,86	0,56	1,20	0,76	0,90	0,98	0,59	0,10	0,23	<b>0,72</b>
Gra	0,38	0,40	3,30	4,00	0,82	0,97	1,50		0,55	1,30	1,50	0,24	0,39	<b>1,28</b>
Mün	1,00	1,10	3,50	2,40	1,50	0,74	1,40	1,30	<u>4</u>	2,00	0,63	<u>2,7</u>	0,72	<b>1,77</b>
Serien-MW	0,80	1,39	2,13	2,30	1,04	0,75	1,14	1,23	0,77	1,29	1,12	0,33	0,45	

nach Transformation

STABW/Ser.	0,37	1,22	1,00	1,20	0,34	0,23	0,27	0,33	0,29	0,45	0,72	0,18	0,18
SW/Serie	1,92	5,03	5,13	5,91	2,05	1,46	1,95	2,24	1,64	2,65	3,29	0,88	1,00

Berechnung eines Schwellenwertes zur Betrachtung von Standortmittelwerten

STABW aller transformierten Werte	0,60
Mittelwert aller Serienmittelwerte	1,13
SW	1,63
SW' (ohne Augsburg und München)	1,59

fett = berechnete Werte

fett + kursiv = neu berechneter Serien-MW

klein = Werte halber Nachweisgrenze

grau unterlegt = nach Transformationsschritten berechnete Werte

unterstrichen = zur Berechnung des Serien-MW und des SW ungeeigneter Wert

Bergerhoff : Vanadium [ $\mu\text{g}/\text{m}^2\text{d}$ ]														
Serien 1996	30.11.95- 24.01.96	24.01.- 21.02.96	21.02.- 20.03.96	20.03.- 17.04.96	17.04.- 15.05.96	15.05.- 12.06.96	12.06.- 10.07.96	10.07.- 07.08.96	07.08.- 04.09.96	04.09.- 02.10.96	02.10.- 30.10.96	30.10.- 27.11.96	27.11.- 25.12.96	Standort- mittelwert
Wbb	2,10		0,58	1,66	0,62	1,16	1,10	2,34	0,85	1,47	1,24	1,38	1,00	1,29
Wßs	0,89	5,21	1,56	1,97	1,95	1,46	2,39	2,23	1,14	1,34	1,81	1,36	1,35	1,90
Ein		0,73	0,34	1,32	0,49	0,59	1,40	1,63	1,16	0,67	1,67	1,00	0,60	0,97
Shy		0,80	0,52	1,83	3,01	0,78	1,19	1,24	0,70	0,54	0,79	0,66	0,50	1,05
Gra	0,91	0,88	1,36	2,49	2,46	1,79	2,53	1,96	1,53	1,13	1,00	0,52	0,38	1,46
Mün		1,63	1,07	2,49	2,34	1,63	2,16	1,82	1,17	1,09	1,54	1,78	0,50	1,60
Serien-MW	1,30	1,85	0,91	1,96	1,81	1,23	1,80	1,87	1,09	1,04	1,34	1,12	0,72	

nach Transformation

STABW/Ser.	0,69	1,91	0,50	0,46	1,03	0,48	0,64	0,40	0,29	0,37	0,40	0,48	0,38	
SW/Serie	3,37	7,59	2,40	3,35	4,91	2,67	3,71	3,08	1,96	2,14	2,54	2,55	1,85	

Berechnung eines Schwellenwertes zur Betrachtung von Standortmittelwerten

STABW aller transformierten Werte	0,65
Mittelwert aller Serienmittelwerte	1,39
SW	1,93
SW' (ohne Augsburg und München)	1,93

Bergerhoff : Vanadium [ $\mu\text{g}/\text{m}^2\text{d}$ ]														
Serien 1995					20.04.- 18.05.95	18.05.- 15.06.95	15.06.- 13.07.95	13.07.- 10.08.95	10.08.- 07.09.95	07.09.- 05.10.95	05.10.- 02.11.95	02.11.- 30.11.95		Standort- mittelwert
Wbb					1,40	1,20	1,40		2,40	1,50	0,84	1,10		1,4
Wßs						1,70	1,20	2,70	1,70	1,00	0,60	1,90		1,7
Ein					1,00	1,10	0,84	1,00	2,20	0,82	0,49	0,75		1,0
Shy					1,30	1,30	2,30	1,30	1,30	0,38	1,40	0,54		1,2
Gra					1,30	1,00	2,00	1,30	1,90	0,97	0,90			1,3
Mün						1,40	1,20	1,30	0,75	0,77	3,40	2,00		1,5
Serien-MW					1,25	1,28	1,49	1,52	1,71	0,91	1,27	1,26		

nach Transformation

STABW/Ser.					0,17	0,25	0,55	0,67	0,61	0,37	1,09	0,66		
SW/Serie					1,77	2,03	3,14	3,54	3,53	2,00	4,54	3,25		

Berechnung eines Schwellenwertes zur Betrachtung von Standortmittelwerten

STABW aller transformierten Werte	0,57
Mittelwert aller Serienmittelwerte	1,34
SW	1,94
SW' (ohne Augsburg und München)	1,75

Bergerhoff : Vanadium [ $\mu\text{g}/\text{m}^2\text{d}$ ]														
Serien 1994	28.12.93- 26.01.94	26.01.- 23.02.94	23.02.- 23.03.94	23.03.- 18.04.94	18.04.- 18.05.94	18.05.- 15.06.94	15.06.- 12.07.94	12.07.- 10.08.94	10.08.- 07.09.94	07.09.- 05.10.94	05.10.- 02.11.94	02.11.- 01.12.94	01.12.- 29.12.94	Standort- mittelwert
Ein	0,85	0,85	0,82		1,50	0,83	1,70	2,10	1,10	1,10	0,96	0,81	0,62	1,10
Shy	0,47	0,68	0,74		1,50	1,60	2,00	1,60	1,20	0,73	0,34	0,57	0,50	0,99
Gra	0,74	0,80	2,70		2,50	2,10	5,00	1,10	1,60	0,95	0,38	0,85	0,39	1,59
Mün						2,00	1,60	1,50	1,60	0,98	0,57	1,90	1,10	1,41
Serien-MW	0,69	0,78	1,42		1,83	1,63	2,58	1,58	1,38	0,94	0,56	1,03	0,65	

nach Transformation

STABW/Ser.	0,20	0,09	1,11		0,58	0,58	1,63	0,41	0,26	0,15	0,28	0,59		
SW/Serie	1,27	1,04	4,75		3,57	3,36	7,45	2,81	2,16	1,40	1,41	2,81		

Berechnung eines Schwellenwertes zur Betrachtung von Standortmittelwerten

STABW aller transformierten Werte	0,58
Mittelwert aller Serienmittelwerte	1,26
SW	1,76
SW' (ohne Augsburg und München)	1,73

Bergerhoff : Vanadium [ $\mu\text{g}/\text{m}^2\text{d}$ ]														
Serien 1993						18.05.- 16.06.93	16.06.- 14.07.93	14.07.- 11.08.93	11.08.- 08.09.93	08.09.- 06.10.93	06.10.- 03.11.93	03.11.- 01.12.93	01.12.- 29.12.93	Standort- mittelwert
Ein						0,55	2,20	1,80	1,30		1,40	0,64	0,54	1,20
Shy						0,55	2,30	2,60	1,10		1,20	0,68	0,28	1,24
Gra						0,53	3,90	1,90	3,10	0,42	0,90	0,60	0,23	1,45
Mün						2,30	9,40	3,20	2,20	0,54	1,30			3,16
Serien-MW						0,98	4,45	2,38	1,93	0,48	1,20	0,64	0,35	

nach Transformation

STABW/Ser.						0,88	3,39	0,66	0,92	0,08	0,22	0,04		
SW/Serie						3,62	14,62	4,34	4,68	0,73	1,85	0,76		

Berechnung eines Schwellenwertes zur Betrachtung von Standortmittelwerten

STABW aller transformierten Werte	1,23
Mittelwert aller Serienmittelwerte	1,55
SW	2,85
SW' (ohne Augsburg und München)	1,77

**Zink**

Bergerhoff : Zink [ $\mu\text{g}/\text{m}^2\text{d}$ ]														
Serien 1999	27.11.98 - 27.01.99	27.01.99 - 24.02.99	24.02.99 - 24.03.99	24.03.99 - 21.04.99	21.04.99 - 19.05.99	19.05.99 - 16.06.99	16.06.99 - 14.07.99	14.07.99 - 11.08.99	11.08.99 - 08.09.99	08.09.99 - 06.10.99	06.10.99 - 03.11.99	03.11.99 - 01.12.99	01.12.99 - 29.12.99	Standort-mittelwert
Wbb	38	42	29	51	18	20	25	20	15	19	30	51	63	32
Wßs	41	26	22	25	33	35	31	38	22	36	31	48	8	30
Ein	41	23	21	20	44	63	31	50	18	27	19	37	22	32
Shy	39	55	26	33	23	43	40	43	19	20	19	40	29	33
Gra	24	17	20	22	26	35	33	37	60	41	22	33	46	32
Bid	30	18	11	22	86	39	51	26	23	58	17	29	40	34
Aug	45	33	28	49	29	53	36	39	32	27	76.4	53	55	43
Mün	136	54	83.4	66	72	419		82.1	53	94	49	70	76	104
Serien-MW	37	33	22	36	41	41	35	36	30	32	27	45	42	

nach Transformation													
STABW/Ser.	7	15	6	17	25	14	8	10	17	14	11	13	22
SW/Serie	59	79	41	88	115	83	60	66	81	73	61	84	109

Berechnung eines Schwellenwertes zur Betrachtung von Standortmittelwerten

STABW aller transformierten Werte	14
Mittelwert aller Serienmittelwerte	35
SW	47
SW' (ohne Augsburg und München)	40

Bergerhoff : Zink [ $\mu\text{g}/\text{m}^2\text{d}$ ]														
Serien 1998	26.11.97- 23.01.98	23.01.- 20.02.98	20.02.- 20.03.98	20.03.- 17.04.98	17.04.- 15.05.98	15.05.- 12.06.98	12.06.- 10.07.98	10.07.- 07.08.98	07.08.- 04.09.98	04.09.- 02.10.98	02.10.- 30.10.98	30.10.- 27.11.98	27.11.- 23.12.98	Standort-mittelwert
Wbb		6	77	54	36	18	33	22	52	87	49	38	19	41
Wßs	11	19	33	64	31	22	45	44	39	59	52	39	21	37
Ein	17	20	31	16	29	54	22	46	134	55	45	23	21	39
Shy	14	11	76	17	16	59	51	26	56	64	39	31	19	37
Gra	12	16	92	48	22	78	44	30	30	53	18	29	12	37
Bid					24	29	33	25	38	21	17	10	15	24
Aug								45	68	78	108	26	22	65
Mün	59	58	78	59	60.5	82	50	54	41	74	82		68	63
Serien-mittelwert	23	22	64	43	26	49	40	37	46	61	51	28	18	

nach Transformation													
STABW/Ser.	21	19	26	21	7	26	11	12	13	20	31	10	4
SW/Serie	85	77	142	106	47	128	72	73	85	121	144	58	29

Berechnung eines Schwellenwertes zur Betrachtung von Standortmittelwerten

STABW aller transformierten Werte	17
Mittelwert aller Serienmittelwerte	39
SW	54
SW' (ohne Augsburg und München)	46

Bergerhoff : Zink [ $\mu\text{g}/\text{m}^2\text{d}$ ]														
Serien 1997	27.11.96- 22.01.97	22.01.- 19.02.97	19.02.- 19.03.97	19.03.- 16.04.97	16.04.- 14.05.97	14.05.- 11.06.97	11.06.- 09.07.97	09.07.- 06.08.97	06.08.- 03.09.97	03.09.- 01.10.97	01.10.- 29.10.97	29.10.- 26.11.97	26.11.- 24.12.97	Standort-mittelwert
Wbb	28	28	25	44	42	14	23	22	11		38	28		28
Wßs	7	70	22	25	28	61	17	31	10	45	20	22	11	28
Ein	11	20	22	17	16	21	50	30	38	29	13	51	17	26
Shy	14	17	22	25	26	36	29	46	22	27	30	19	14	25
Gra	9	16	43	99	25	13	30		28	32	24	19	12	29
Mün	40	37	97.8	85	68	27	47	55	34	45	34	54	30	52
Serien-mittelwert	18	31	27	49	34	29	33	37	24	36	27	32	17	

nach Transformation													
STABW/Ser.	13	21	9	35	19	18	13	13	12	9	9	16	8
SW/Serie	57	93	54	153	90	82	73	76	59	62	54	80	40

Berechnung eines Schwellenwertes zur Betrachtung von Standortmittelwerten

STABW aller transformierten Werte	16
Mittelwert aller Serienmittelwerte	30
SW	44
SW' (ohne Augsburg und München)	39

fett = berechnete Werte

fett + kursiv = neu berechneter Serien-MW

klein = Werte halber Nachw eisgrenze

grau unterlegt = nach Transformationsschritten berechnete Werte

unterstrichen = zur Berechnung des Serien-MW und des SW ungeeigneter Wert

Bergerhoff : Zink [ $\mu\text{g}/\text{m}^2\text{d}$ ]

Serien 1996	30.11.95- 24.01.96	24.01.- 21.02.96	21.02.- 20.03.96	20.03.- 17.04.96	17.04.- 15.05.96	15.05.- 12.06.96	12.06.- 10.07.96	10.07.- 07.08.96	07.08.- 04.09.96	04.09.- 02.10.96	02.10.- 30.10.96	30.10.- 27.11.96	27.11.- 25.12.96
Wbb	29		18	31	14	52	41	33	25	34	24	25	28
Wßs	8	42	33	29	39	51	41	40	21	27	18	27	7
Ein		19	9	140	12	30	39	38	33	17	23	22	11
Shy		30	13	61	9	20	53	69	38	22	24	20	14
Gra	15	17	38	48	147	90	60	27	36	33	45	14	9
Mün		45	32	71	131	71	55	35	35	42	47	53	20
Serien- mittelwert	17	31	24	63	58	52	48	40	31	29	30	27	15

nach Transformation

STABW/Ser.	11	13	12	41	64	26	9	15	7	9	12	14	5
SW/Serie	50	69	60	186	249	129	75	84	52	56	67	68	30

Berechnung eines Schwellenwertes zur Betrachtung von Standortmittelwerten

STABW aller transformierten Werte	24
Mittelwert aller Serienmittelwerte	36
SW	55
SW' (ohne Augsburg und München)	51

Bergerhoff : Zink [ $\mu\text{g}/\text{m}^2\text{d}$ ]

Serien 1995				20.04.- 18.05.95	18.05.- 15.06.95	15.06.- 13.07.95	13.07.- 10.08.95	10.08.- 07.09.95	07.09.- 05.10.95	05.10.- 02.11.95	02.11.- 30.11.95		Standort- mittelwert
Wbb				27	28	23		53	22	15	56		32
Wßs					31	31	34	21	13	10	45		27
Ein				20	24	13	13	29	15	10	25		18
Shy				21	136	16	30	22	12	12			36
Gra				31	35	24	22	37	33	20			29
Mün					45	35	43	22	38	39	39		36
Serien- mittelwert				25	33	24	28	31	22	17	41		

nach Transformation

STABW/Ser.				5	8	8	11	12	11	11	13		
SW/Serie				40	58	49	63	68	56	51	81		

Berechnung eines Schwellenwertes zur Betrachtung von Standortmittelwerten

STABW aller transformierten Werte	10
Mittelwert aller Serienmittelwerte	28
SW	38
SW' (ohne Augsburg und München)	48

Bergerhoff : Zink [ $\mu\text{g}/\text{m}^2\text{d}$ ]

Serien 1994	28.12.93- 26.01.94	26.01.- 23.02.94	23.02.- 23.03.94	23.03.- 18.04.94	18.04.- 18.05.94	18.05.- 15.06.94	15.06.- 12.07.94	12.07.- 10.08.94	10.08.- 07.09.94	07.09.- 05.10.94	05.10.- 02.11.94	02.11.- 01.12.94	01.12.- 29.12.94	Standort- mittelwert
Ein	35	35	25	24	37	25	30	25	36	29	23	34	40	30
Shy	71	36	32	74	40	42	33	33	43	23	39	34	85	45
Gra	30	23	29	33	50	63	62	25	62	30	22	25	53	39
Mün						61	44	39	56	34	39	92	54	52
Serien- mittelwert	45	31	29	43	42	48	42	30	49	29	31	46	58	

nach Transformation

STABW/Ser.	22	7	4	27	7	18	15	7	12	4	10	31	19
SW/Serie	112	53	41	124	63	101	86	51	85	42	59	138	115

Berechnung eines Schwellenwertes zur Betrachtung von Standortmittelwerten

STABW aller transformierten Werte	14
Mittelwert aller Serienmittelwerte	40
SW	52
SW' (ohne Augsburg und München)	48

Bergerhoff : Zink [ $\mu\text{g}/\text{m}^2\text{d}$ ]

Serien 1993						18.05.- 16.06.93	16.06.- 14.07.93	14.07.- 11.08.93	11.08.- 08.09.93	08.09.- 06.10.93	06.10.- 03.11.93	03.11.- 01.12.93	01.12.- 29.12.93	Standort- mittelwert
Ein						26	49	48	18		32	21	29	32
Shy						24	57	44	21		28	23	11	30
Gra						27	76	33	38	24	39	19	19	34
Mün						100	59	70	45	27	60			60
Serien- mittelwert						44	60	49	30	25	40	21	19	

nach Transformation

STABW/Ser.						37	11	15	13	3	14	2	9
SW/Serie						156	94	95	69	33	82	27	45

Berechnung eines Schwellenwertes zur Betrachtung von Standortmittelwerten

STABW aller transformierten Werte	16
Mittelwert aller Serienmittelwerte	36
SW	53
SW' (ohne Augsburg und München)	40

## Literatur

BAYERISCHES STAATSMINISTERIUM FÜR LANDESENTWICKLUNG UND UMWELTFRAGEN (BayStMLU, Hrsg.) (1993): Moose als Bioindikatoren für Schwermetalle. Umwelt & Entwicklung - Bayern, Materialienband **90**, München.

BAYLFU (1991): Immissionsökologische Untersuchungen in Bayern von 1977 bis 1988. Schriftenreihe Heft **115**, Bayerisches Landesamt für Umweltschutz (Hrsg.), München.

BAYLFU (1999): Immissionsökologischer Jahresbericht 1996/97. Bayerisches Landesamt für Umweltschutz (Hrsg.), Augsburg.

BAYLFU (2001): Immissionsökologischer Jahresbericht 1998/99. Bayerisches Landesamt für Umweltschutz (Hrsg.), Augsburg.

BAYLFU (2002): Lufthygienischer Jahresbericht 2000. Schriftenreihe Heft **163**, Bayerisches Landesamt für Umweltschutz (Hrsg.), Augsburg.

BAYLFU (2003, Entwurf): Qualitätsmanagement-Handbuch des Bayerischen LfU.

BAYLWF (2002): Bayerische Waldklimastationen, Jahrbuch 1999. Bayerische Landesanstalt für Wald und Forstwirtschaft (Hrsg.), Freising.

ELLING, W., K. PFAFFELMOSE, (1997): Auswertung der Schwefeldaten des Flächendeckenden Bioindikatornetzes Fichte. Studie im Auftrag des Bayerischen Landesamtes für Umweltschutz, München.

ERHARDT, W.; HÖPKER, K- A.; FISCHER, I. (1996): Bewertungsverfahren. Verfahren zur Bewertung von immissionsbedingten Stoffanreicherungen in standardisierten Graskulturen. UWSF – Z.Umweltchem Ökotox 8 (4), 1996, S. 237-240.

EU-RICHTLINIE 2001/102/EG (2001): Richtlinie des Rates vom 27. November 2001 zur Änderung der Richtlinie 1999/29/EG des Rates über unerwünschte Stoffe und Erzeugnisse in der Tiernahrung.

EU-VERORDNUNG (EG) NR. 2375/2001 (2001): Verordnung des Rates vom 29. November 2001 zur Änderung der Verordnung (EG) Nr. 466/2001 der Kommission zur Festsetzung der Höchstgehalte für bestimmte Kontaminanten in Lebensmitteln.

FIEDLER, H. (1995): Quellen von PCDD/PCDF und Konzentrationen in der Umwelt. Organohalogen Compounds **22**, Bayreuth, S. 7-39.

FUTTMV (2000): Futtermittelverordnung 1981 Anlage 5, i.d.F. vom 29.11.2000.

HAGENMAIER, H., C. LINDIG, J. SHE (1993): Correlation of environmental occurrence of polychlorinated dibenzo-p-dioxins and dibenzo furans with possible sources. DIOXIN'93 **12**, Wien, S. 271-274.

„LAWA-Richtlinie“: Atmosphärische Deposition, Richtlinie für Beobachtung und Auswertung der Niederschlagsbeschaffenheit (1998), Länderarbeitskreis Wasser (LAWA), (Hrsg.) Senatsverwaltung

für Stadtentwicklung, Umweltschutz und Technologie Berlin / Ministerium für Umwelt, Naturschutz und Raumordnung des Landes Brandenburg.

MAHNKE, K., (1997): Untersuchungen zur Entstehung und Verbreitung organischer Schadstoffe (PCDD/F, PCB und PAK) in den Tropen und Subtropen, Dissertation Universität Tübingen, Fakultät für Chemie und Pharmazie.

PEICHL, L., (2001): Umweltindikatoren und Immissionswirkungen – Berechnung von Indizes UWSF-Z. Umweltchem. Ökotox. **13** (3), S. 130-138.

REIFENHÄUSER, W., P. HOFFMANN, O. VIERLE (1997a): Die Bestimmung der Schwermetalldeposition mit dem Bergerhoff-Verfahren – Methodische Aspekte. Schriftenreihe **143** Bayerisches Landesamt für Umweltschutz, Augsburg, S. 235.

REIFENHÄUSER, W., D. HEITMANN, M. SCHREINER, H. THOMA, E. REICHLER (1997b): Probenahme, Probenvorbereitung und Analytik von Rest- und Altholz. Schriftenreihe **143** Bayerisches Landesamt für Umweltschutz, Augsburg, S. 240.

SIEWERS, U., U. HERPIN (2000): Schwermetalleinträge in Deutschland, Moos-Monitoring 1995/96 Teil **2** In: Geologische Jahrbuch Reihe D, SD3, Hrsg. von der Bundesanstalt für Geowissenschaften und Rohstoffe und den Staatlichen Geologischen Diensten in der Bundesrepublik Deutschland, Stuttgart.

TVO (2001): Trinkwasserverordnung vom 21.5.2001. BGBl. I 2001, 971-972.

UMEG (1997): Immissions- und Wirkungsuntersuchungen - Großraum Stuttgart. Gesellschaft für Umweltmessungen und Umwelterhebungen mbH, Karlsruhe.

UMWELTBUNDESAMT, (1996): Manuals on Methodologies and Criteria for Mapping Critical Levels/Loads and Geographical areas where they are exceeded. Werner B., Springer T. [Hrsg.]. UBA Texte 71/96.

VDI (1978): VDI-Richtlinie 3792 BLATT 1: Messen der Wirkdosis; Verfahren der standardisierten Gras- kultur. Düsseldorf.

VDI (1987): VDI-Richtlinie 2267, BLATT 4: Stoffbestimmung an Partikeln in der Außenluft; Messen von Blei, Cadmium und deren anorganischen Verbindungen als Bestandteile des Staubbiederschlags mit der Atomabsorptionsspektrometrie. VDI/DIN-Handbuch Reinhaltung der Luft, Band **4**, Beuth Verlag, Berlin.

VDI (1996): VDI-Richtlinie 2119, BLATT 2: Messung partikelförmiger Niederschläge – Bestimmung des Staubbiederschlags mit Auffanggefäßen aus Glas (Bergerhoff-Verfahren) oder Kunststoff. VDI/DIN-Handbuch Reinhaltung der Luft, Band **4**, Beuth Verlag, Berlin.

VDI (1995): VDI-Richtlinie 2310, Blatt 32: Maximale Immissions-Werte für PCB zum Schutz der landwirtschaftlichen Nutztiere, Düsseldorf.

VDI (2000): VDI-Richtlinie 3957 BLATT 3: Biologische Messverfahren zur Ermittlung und Beurteilung der Wirkung von Luftverunreinigungen auf Pflanzen (Bioindikation) – Verfahren der standardisier-

ten Exposition von Grünkohl (Immissionsbelastung). VDI/DIN-Handbuch Reinhaltung der Luft Band **1a**, Düsseldorf.

VDI (2000, Entwurf): VDI-Richtlinie 3957 BLATT 6: Biologische Messverfahren zur Ermittlung und Beurteilung der Wirkung von Luftverunreinigungen auf Pflanzen (Bioindikation) –Ermittlung und Beurteilung der phytotoxischen Wirkung von Ozon und anderen Photooxidantien, Verfahren der standardisierten Tabak-Exposition.

VDI (2003): VDI-Richtlinie 3957 BLATT 2: Biologische Messverfahren zur Ermittlung und Beurteilung der Wirkung von Luftverunreinigungen auf Pflanzen (Bioindikation) – Verfahren der standardisierten Graskultur. VDI/DIN-Handbuch Reinhaltung der Luft Band **1a**, Düsseldorf.

## **Bildnachweis**

Alle Bilder sind urheberrechtlich geschützt.

Bilder 2.1.1-1, 2.2.1-1, 3.1.2-1, 3.5.2-1, 4.1.2-1, 4.2.2-1 Joachim Nittka